

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до самостійної роботи
з навчальної дисципліни

**«СИЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА В
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ»**

*(для бакалаврів 1-2 курсів усіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітньої програми «Електромеханіка»)*



Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2019

Методичні рекомендації до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Силова електроніка в електромеханічних системах» (для бакалаврів 1–2 курсів усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньої програми «Електромеханіка») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : І. В. Доманський, О. С. Козлова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 56 с.

Укладачі : д-р техн. наук, доц. І. В. Доманський,
ст. викл. О. С. Козлова

Рецензент

Б. Г. Любарський, доктор технічних наук, професор кафедри електричного транспорту та тепловозобудування (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 7 від 27 грудня 2018 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Самостійна робота № 1 Програмування задач лінійної структури.....	5
1 Порядок виконання роботи.....	5
2 Короткі теоретичні відомості.....	5
2.1 Основні етапи підготовки задачі для розв’язання на ЕОМ.....	5
2.1.1 Математична постановка задачі.....	5
2.1.2 Схема алгоритму розв’язання задачі.....	5
2.1.3 Програма в MathCad.....	7
2.2 Оператор локального присвоєння.....	8
3 Приклади розв’язання задач.....	9
4 Зміст звіту.....	14
5 Контрольні завдання та запитання.....	15
6 Варіанти завдань.....	15
Самостійна робота № 2 Програмування задач розгалуженої структури.....	20
1 Порядок виконання роботи.....	20
2 Короткі теоретичні відомості.....	20
2.1 Алгоритм розгалуженої структури.....	20
2.2 Оператори розгалуження.....	22
2.2.1 Оператор «умовного переходу» if.....	22
2.2.2 Оператор «іншого вибору» otherwise.....	23
2.2.3 Оператор «повернення» return.....	24
3 Приклади складання логічних виразів.....	24
4 Приклади розв’язання задач.....	26
5 Зміст звіту.....	32
6 Контрольні завдання та запитання.....	32
7 Варіанти завдань.....	32
Самостійна робота № 3 Програмування задач циклічної структури.....	39
1 Порядок виконання роботи.....	39
2 Короткі теоретичні відомості.....	39
2.1 Алгоритм циклічної структури.....	39
2.2 Оператор циклу for.....	41
3 Приклади розв’язання задач.....	42
4 Зміст звіту.....	47
5 Контрольні завдання та запитання.....	47
6 Варіанти завдань.....	47
Список рекомендованих джерел.....	56

ВСТУП

Мета вивчення дисципліни – отримання студентами знань, основних параметрів, показників роботи пристроїв, режимів роботи, основних принципів і методів розрахунку систем електропостачання електротранспорту, умов електричної взаємодії системи електропостачання та електрорухомого складу, засобів та способів оптимізації витрат енергоресурсів, підвищення якості електричної енергії та техніко-економічних показників систем електропостачання; уявлення про історію становлення і розвиток систем електропостачання електротранспорту, про рівень закордонних систем, про розвиток і перспективи методів розрахунку з врахуванням останніх досягнень науки і техніки.

Завдання вивчення дисципліни «Силова електроніка в електромеханічних системах» – вивчення системи електропостачання електрорухомого складу залізниць, метрополітенів та міського електротранспорту, а також нетягових залізничних і районних споживачів, а також розрахунок і моделювання систем електропостачання на ЕОМ.

Самостійна робота є основним засобом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Задачі для самостійного рішення систематизують, розширюють і поглиблюють знання комп'ютерних методів розрахунку систем електропостачання, дозволяють набути досвіду самостійного вирішення питань з організації технічного обслуговування, проектування систем електропостачання, а також одержати навички користування нормативною, довідковою і навчальною літературою.

Методичні рекомендації призначені для студентів і слухачів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка для самостійної роботи з дисципліни «Силова електроніка в електромеханічних системах», дипломних проектів або їх розділів, зв'язаних з комп'ютерними розрахунками систем електропостачання. Ці методичні рекомендації також є допоміжними при виконанні індивідуальних завдань з дисципліни та при засвоєнні матеріалу практичних занять.

Самостійна робота 1

ПРОГРАМУВАННЯ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОЇ СТРУКТУРИ

Мета роботи:

1. Навчитися розробляти математичну постановку задачі, схему алгоритму та програму обчислювального процесу лінійної структури.
2. Освоїти прийоми переходу від схеми алгоритму до програми.
3. Освоїти прийоми створення, редагування і налагоджування програм.

1 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з короткими теоретичними відомостями.
2. У зошиті підготувати задачу для розв'язання на комп'ютері (математична постановка, схема алгоритму та її опис, текст програми, контрольні приклади виконання програми).
3. Завантажити MathCad, набрати текст програми та налагодити її, отримати результати виконання програми.
4. Проаналізувати результати.

2 Короткі теоретичні відомості

2.1. Основні етапи підготовки задачі для розв'язання на ЕОМ

Передумовою безпосереднього розв'язання задачі на ЕОМ є певні етапи її підготовки.

2.1.1 Математична постановка задачі

1. **Прийняті позначення.** У даному пункті описуються позначення (імена) змінних і констант, які використовуються в процесі розв'язання задачі.
2. **Дано.** Визначаються вихідні дані, без яких неможливо отримати необхідний результат.
3. **Основні залежності.** Наводяться залежності, необхідні для розв'язання задачі.
4. **Обмеження.** Визначаються обмеження:
 - для вихідних або проміжних даних, що порушують автоматичну роботу ЕОМ;
 - для виконання тих або інших залежностей. Наприклад:
 - неприпустимо ділення на нуль, неможливо обчислити корінь квадратний і логарифм з від'ємного числа і т. ін.;
 - обчислення за такими або іншими формулами наводяться залежно від певної умови.
5. **Знайти.** Визначаються величини, які треба знайти.

2.1.2 Схема алгоритму розв'язання задачі

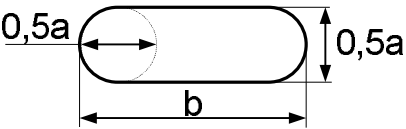
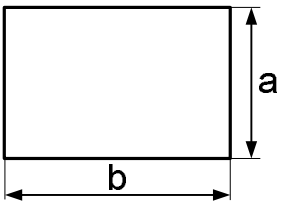
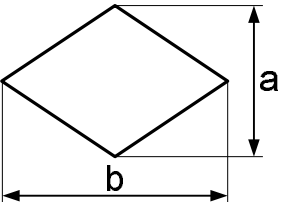
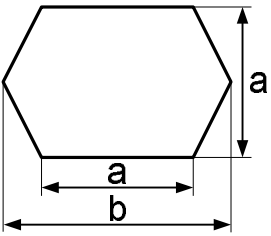
Алгоритм – це точне і повне розпорядження про послідовність виконання скінченної кількості дій, які необхідні для розв'язання задачі. Алгоритм повинен містити необхідні розрахункові формули, визначати умови і послідовність їх застосування, а також указувати правила переходу від однієї

частини обчислювального процесу до іншої.

Існують різні способи опису алгоритму. Найбільшого поширення набув графічний спосіб, за яким алгоритм зображується у вигляді схеми. Вона є сукупністю геометричних фігур (блоків), які з'єднані лініями потоку. Залежно від характеру виконуваних дій блоки мають певну конфігурацію. У середині блоків вказується зміст даного етапу обчислень.

Графічні позначення основних блоків і ліній потоку наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Умовні графічні зображення блоків у схемі алгоритму

Графічне позначення	Дія
	Початок/кінець, вхід/вихід (для функцій)
	Обчислювальний процес
	Рішення (вибір напрямку виконання алгоритму)
	Модифікація (заголовок циклу)

Продовження таблиці 1

Графічне позначення	Дія
	Коментар
	З'єднувач (перехід до блоку з номером)
	Лінії потоку

Мінімальний розмір сторони a рівний 10 мм. Значення a допускається збільшувати на число, кратне 5. Розмір сторони b в півтора або двічі більше сторони a . Блоки в схемі алгоритму нумеруються по порядку.

Алгоритм лінійної структури реалізує послідовне виконання дій в порядку запису зверху вниз.

2.1.3 Програма в MathCad

Програма (програмний блок) в середовищі MathCad позначається вертикальною лінією, праворуч якої послідовно записуються не менше двох операторів, що реалізують алгоритм розв'язання задачі.

Вихідні дані, які використовуються в програмі, можна записати безпосередньо в програмі або в робочому листі до програми. Універсальним способом є створення програми у вигляді функції користувача з передачею вихідних даних через параметри функції. Надалі розглядатимемо програми в MathCad у вигляді **програми-функції**. Під час опису програми-функції її параметри називаються *формальними*, а під час виклику – *фактичними*. Як формальні параметри використовують імена змінних, масивів, інших функцій. Фактичними параметрами можуть бути: константи, імена змінних, масивів, інших функцій, яким попередньо присвоєні значення. Ці імена не обов'язково повинні збігатися з іменами формальних параметрів.

Після завершення виконання програми як результат повертається або одиничне значення (скаляр), або декілька значень у вигляді масиву (вектору або матриці). Найчастіше результат, що повертається, розміщується в останньому рядку програми.

Зауваження. Для контролю вихідних даних та результатів обчислення рекомендуємо повертати з програми вихідні дані й результати обчислення з відповідними коментарями. Для цього доцільно формувати ці дані у вигляді масиву. Його структуру та зміст користувач описує ще на етапі математичної постановки задачі та схеми алгоритму, а детальний опис робить під час складання тексту програми.

Для створення програми у середовищі MathCad використовується панель інструментів **Программирование**, яка розміщена на панелі **Математические** і містить кнопку **Add Line** («додати рядок») та дев'ять кнопок програмних операторів (рис.1).



Рисунок 1 – Панель інструментів для створення програмного блоку

Введення усіх елементів панелі Програмування здійснюється за допомогою відповідних кнопок або за допомогою «гарячих» клавіш, тобто клавіш, які наведені в тексті підказки, що з'являється до відповідної програмної кнопки.

Щоб написати програму, перш за все треба створити програмний блок. Для створення програмного блоку необхідно клацнути по кнопці **Add Line** («додати рядок») на панелі Програмування або ввести з клавіатури символ «**]**». При цьому з'явиться вертикальна лінія з двома рядками, що містять незаповнені маркери введення (рис. 2, а) для запису програмних операторів. Для додавання нового рядка необхідно ще раз застосувати **Add Line** (рис. 2, б). У складних програмах **Add Line** використовується для створення вкладених блоків (рис. 2, в), які дозволяють об'єднувати окремі оператори в *операторний блок*, що виконується як єдиний оператор.

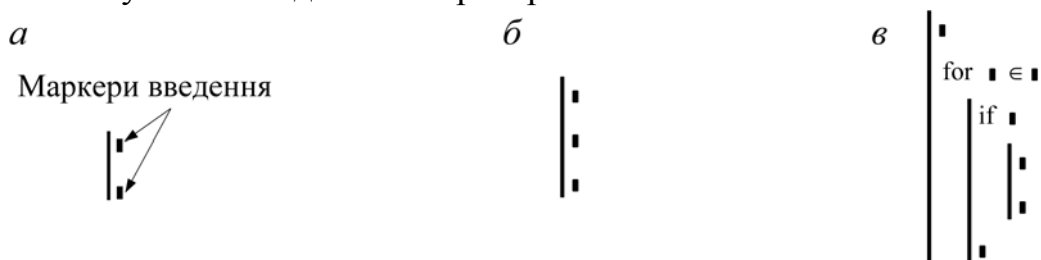


Рисунок 2 – Результати використання **Add Line**:

а – у першому разі; б – у другому разі; в – з вкладеними блоками

Для видалення рядка необхідно його виділити і натиснути клавішу **Delete**.

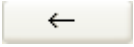
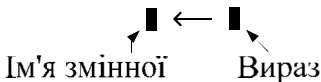
Після завершення запису тексту програми всі маркери введення обов'язково повинні бути заповнені.

2.2 Оператор локального присвоєння

Для присвоєння значень змінним в програмах MathCad використовується оператор **локального присвоєння**, який діє **тільки** в межах програмного блоку. Локальність присвоєння змінній значення означає, що ці значення використовуються **тільки** в тілі програмного блоку, а за його межами –

недоступні.

Оператори звичайного присвоєння ($:=$) або глобального (\equiv) в програмному блоці не використовуються.

Вставка оператора локального присвоєння здійснюється кнопкою  на панелі Програмування (рис. 1) або введенням з клавіатури символу «{». При цьому створюється шаблон оператора у вигляді .

Правило заповнення цього шаблону наведено на рисунку 3. Ліворуч від знаку \leftarrow записується ім'я змінної. Праворуч – вираз, яким може бути константа, змінна або формула.

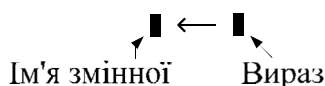


Рисунок 3 – Правило заповнення шаблону оператора локального присвоєння

Наприклад:

$a \leftarrow 5$ – змінній a присвоєно значення константи 5;

$b \leftarrow a$ – змінній b присвоєно значення змінної a ;

$x \leftarrow b+2$ – змінній x присвоєно значення виразу $b+2$.

Правило виконання оператора локального присвоєння:

1. Обчислюється вираз.
2. Результат обчислення присвоюється змінній із заданим ім'ям.

3 Приклади розв'язання задач

Приклад № 1

Умова задачі. Обчислити площу прямокутного трикутника за відомими катетами .

Підготовка задачі. Під час підготовки будь-якої задачі необхідно в зошиті написати:

- математичну постановку задачі;
- схему алгоритму;
- опис схеми алгоритму;
- текст програми;
- контрольні приклади виконання програми.

Далі детальніше розглянемо ці кроки підготовки задачі.

I Математична постановка задачі

1. Прийняті позначення:

a, b – катети трикутника; S – площа трикутника.

2. Дано: a, b .

3. Основні залежності: $S = \frac{1}{2}ab$.

4. Обмеження: $a > 0, b > 0$ (враховується користувачем під час введення

вихідних даних).

5. Знайти: S .

II Схема алгоритму

Схема алгоритму і її опис представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Схема алгоритму і її опис

Схема алгоритму	Опис схеми алгоритму
	Блок 1. Вхід в програму-функцію з двома формальними параметрами a і b
	Блок 2. Обчислення значення S
	Блок 3. Формування результатів обчислення у вигляді масиву
	Блок 4. Вихід. Завершення роботи програми-функції. Повернення масиву даних

Надалі в коментарі до блоку «Вхід» указуватимемо тільки **імена** вихідних даних.

Структура вихідного масиву визначається користувачем.

III Текст програми

Для створення тексту програми у вигляді функції користувача необхідно:

- задати ім'я функції на свій розсуд, але за правилами створення імен в середовищі MathCad, наприклад PL_tr ;
- після імені функції в круглих дужках вказати список формальних параметрів з пункту 2 (Дано) математичної постановки задачі, а саме (a, b) ;
- написати знак звичайного присвоєння $(:=)$;
- провести вертикальну лінію, праворуч від якої записати текст програми згідно зі схемою алгоритму. У даному прикладі це обчислення S та формування масиву даних, що повертає функція. У даному прикладі масив даних сформований у вигляді матриці 3×2 і повертає вихідні дані a, b та результат S з поясненнями.

Таким чином, текст програми має такий вигляд:

$$PL_tr(a,b) := \left(\begin{array}{l} S \leftarrow \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \\ \text{"1-й катет"} = a \\ \text{"2-й катет"} = b \\ \text{"Площа"} = S \end{array} \right)$$

IV Контрольні приклади виконання програми

Для отримання результату виконання програми необхідно зробити виклик створеної функції, який здійснюється в операторі виведення або присвоєння. У наведених прикладах виклик здійснюється в операторі виведення. Під час підготовки задачі необхідно скласти *контрольні приклади виконання програми* із структурою вихідного масиву й конкретними вихідними даними (з урахуванням обмежень). Для цього в лівій частині оператора числового виведення (=) написати ім'я програми-функції із списком фактичних значень вихідних даних. У правій частині показати результати, що повертає програма у вигляді структури масиву даних, у якому рядкові константи залишити без змін, замість формальних параметрів a та b написати їх фактичні значення, а результат обчислення відобразити знаком «?».

Розглянемо три приклади виклику програми-функції з різними способами задавання фактичних параметрів.

1 У вигляді **констант**:

формальний параметр a замінюється на 3,
формальний параметр b замінюється на 4

$$PL_tr(3,4)=\begin{pmatrix} \text{"1-й катет="} 3 \\ \text{"2-й катет="} 4 \\ \text{"Площа="} ? \end{pmatrix}$$

2 У вигляді **імен змінних**, що
збігаються з іменами формальних
параметрів, яким попередньо присвоєні
значення

$$a:=5 \quad b:=8$$

$$PL_tr(a,b)=\begin{pmatrix} \text{"1-й катет="} 5 \\ \text{"2-й катет="} 8 \\ \text{"Площа="} ? \end{pmatrix}$$

3 У вигляді **імен змінних**, що не
збігаються з іменами формальних
параметрів, яким попередньо присвоєні
значення:

$$X:=12 \quad y:=9$$

формальний параметр a замінюється на X ,
формальний параметр b замінюється на y

$$PL_tr(X,y)=\begin{pmatrix} \text{"1-й катет="} 12 \\ \text{"2-й катет="} 9 \\ \text{"Площа="} ? \end{pmatrix}$$

Виконання програми на ЕОМ відбувається двома етапами:

1. Введення програми у вигляді функції користувача.
2. Виклик функції користувача для отримання результатів.

Розглянемо ці етапи детальніше.

1. Введення програми в середовищі MathCad:

– ввести з клавіатури ім'я функції із списком формальних параметрів, тобто $PL_tr(a, b)$;

– ввести знак звичайного присвоєння ($:=$);

– створити програмний блок, використовуючи **Add Line** на панелі

Programming (Програмування);

– у перший маркер введення вставити шаблон оператора локального присвоєння ($\bullet \leftarrow \bullet$) та заповнити його згідно з підготовленим текстом програми;

– в другий маркер вставити шаблон матриці з трьох рядків і двох

стовпчиків $\begin{pmatrix} \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix}$ та заповнити усі маркери введення згідно з підготовленим масивом даних результатів.

Таким чином програма-функція буде мати такий вигляд:

$$\text{PL_tr}(a,b) := \left| \begin{array}{l} S \leftarrow \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \\ \left(\begin{array}{ll} \text{"1-й катет="} & a \\ \text{"2-й катет="} & b \\ \text{"Площа="} & S \end{array} \right) \end{array} \right.$$

Виклик програми-функції. Для отримання результатів виконання програми згідно з підготовленими контрольними прикладами треба набрати ім'я програми з відповідними значеннями фактичних параметрів і ввести знак виведення (=). Праворуч від знаку виведення з'явиться результат виконання програми у вигляді матриці.

Таким чином результати виконання програми будуть мати такий вигляд:

$$1) \quad \text{PL_tr}(3,4) = \begin{pmatrix} \text{"1-й катет="} & 3 \\ \text{"2-й катет="} & 4 \\ \text{"Площа="} & 6 \end{pmatrix}$$

$$2) \quad a := 5 \quad b := 8 \quad \text{PL_tr}(a,b) = \begin{pmatrix} \text{"1-й катет="} & 5 \\ \text{"2-й катет="} & 8 \\ \text{"Площа="} & 20 \end{pmatrix}$$

$$3) \quad X := 12 \quad y := 9 \quad \text{PL_tr}(X,y) = \begin{pmatrix} \text{"1-й катет="} & 12 \\ \text{"2-й катет="} & 9 \\ \text{"Площа="} & 54 \end{pmatrix}$$

Надалі підготовку задачі і її виконання на ЕОМ виконувати аналогічно розглянутому прикладу № 1.

Приклад № 2

Умова задачі. Обчислити значення математичного виразу $b1 = ba + \sin^3 y2$, де $ba = 5y - 11$ для довільного значення y .

Підготовка задачі

I Математична постановка задачі

1. Прийняті позначення:

y – вихідна змінна; ba , $b1$ – змінні, що обчислюються.

2. Дано: y .

3. Основні залежності:

$$ba = 5y - 11,$$

$$b1 = ba + \sin^3 y^2.$$

4. Обмеження: немає.

5. Знайти: ba і $b1$.

II Схема алгоритму

Схема алгоритму і її опис наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 –Схема алгоритму і її опис

Схема алгоритму	Опис схеми алгоритму
<pre> graph TD 1([1 Вхід]) --- y["y"] 1 --> 2[2 ba = 5y - 11] 2 --> 3[3] 3 --- b1["b1 = ba + sin^3 y^2"] 3 --> 4[4 Формування масиву даних] 4 --- data["Масив, що містить: вихідні дані – y і результат – ba і b1"] 4 --> 5([5 Вихід]) 5 --- array["Масив даних"] </pre>	Блок 1. Вхід в програму-функцію з одним формальним параметром y
	Блок 2. Обчислення значення ba
	Блок 3. Обчислення значення $b1$
	Блок 4. Формування результатів обчислення y у вигляді масиву
	Блок 5. Вихід. Завершення роботи програми-функції. Повернення масиву даних

III Текст програми

$$f(y) := \left| \begin{array}{l} ba \leftarrow 5 \cdot y - 11 \\ b1 \leftarrow ba + \sin(y^2)^3 \\ \left(\begin{array}{ccc} "y" & "ba" & "b1" \\ y & ba & b1 \end{array} \right) \end{array} \right.$$

IV Виконання програми

Контрольні приклади виконання програми:

$$1) f(1) = \begin{pmatrix} "y" & "ba" & "b1" \\ 1 & ? & ? \end{pmatrix}$$

$$2) f(-20) = \begin{pmatrix} "y" & "ba" & "b1" \\ -20 & ? & ? \end{pmatrix}$$

$$3) y := 8 \quad f(y) = \begin{pmatrix} "y" & "ba" & "b1" \\ 8 & ? & ? \end{pmatrix}$$

$$4) t := 4.5 \quad f(t) = \begin{pmatrix} "y" & "ba" & "b1" \\ 4.5 & ? & ? \end{pmatrix}$$

Виконання програми на ЕОМ. Лістинг з текстом програми і результатами виконання:

$$f(y) := \begin{cases} ba \leftarrow 5 \cdot y - 11 \\ b1 \leftarrow ba + \sin(y^2)^3 \\ \begin{pmatrix} "y" & "ba" & "b1" \\ y & ba & b1 \end{pmatrix} \end{cases}$$

$$1) f(1) = \begin{pmatrix} "y" & "ba" & "b1" \\ 1 & -6 & -5.404 \end{pmatrix}$$

$$2) f(-20) = \begin{pmatrix} "y" & "ba" & "b1" \\ -20 & -111 & -111.616 \end{pmatrix}$$

$$3) y := 8 \quad f(y) = \begin{pmatrix} "y" & "ba" & "b1" \\ 8 & 29 & 29.779 \end{pmatrix}$$

$$4) t := 4.5 \quad f(t) = \begin{pmatrix} "y" & "ba" & "b1" \\ 4.5 & 11.5 & 12.457 \end{pmatrix}$$

4 Зміст звіту

1. Тема і мета роботи.
2. Для заданого варіанта кожної задачі:
 - 2.1. Умова задачі.
 - 2.2. Математична постановка.
 - 2.3. Схема алгоритму.
 - 2.4. Текст програми.
 - 2.5. Контрольні приклади виконання програми.
3. Лістинг усіх програм і результатів їх виконання.

5 Контрольні завдання та запитання

1. Які існують основні етапи підготовки задачі для розв'язання на ЕОМ?
2. Що входить в математичну постановку задачі?
3. Що таке вихідні дані в математичній постановці задачі?
4. Що означає «обмеження» на етапі математичної постановки задачі?
5. Поняття алгоритму.
6. Вимоги, що ставляться до відображення схеми алгоритму.
7. Умовні позначення і призначення блоків схеми лінійного алгоритму.
8. Алгоритм лінійної структури, особливості його роботи.
9. Призначення панелі програмування.
10. Призначення Add Line.
11. Призначення оператора локального присвоєння, правило заповнення його шаблону, правило виконання оператора.
12. Як створюється програмний блок?
13. Назвіть способи введення програмних операторів.
14. Як ввести в програму пропущені рядки?
15. Як видалити рядок з програми?
16. Як отримати результат роботи програми?
17. Як називаються параметри, що використовуються під час опису програми-функції?
18. Як називаються параметри, що використовуються під час виклику програми-функції?

6 Варіанти завдань

ЗАВДАННЯ № 1. Рівень складності – простий.

Обчислити значення математичних виразів з таблиці 4. Вихідні дані задати самостійно.

Таблиця 4 – Варіанти завдання № 1

Номер варіанту	Математичні вирази		
1	$Y=5 \cdot c - K$,	де	$K=b/(c+1)$
2	$Y=7 \cdot z - k \cdot X$,	де	$X=\sqrt{z}+5 \cdot k$
3	$Y=\alpha+\alpha \cdot P/\beta$,	де	$P=3 \cdot \beta+\lambda$
4	$Y=f+2 \cdot B$,	де	$B=3 \cdot f/(d+8)$
5	$Y=a+h/(t-3)$	де	$a=5 \cdot h-1$
6	$Y=V/a-2 \cdot c$,	де	$V=4 \cdot c+m$
7	$Y=4 \cdot \lambda+T$,	де	$T=\lambda/(\varphi+5)$
8	$Y=\sqrt{c}+5 \cdot N$,	де	$N=2 \cdot x+8 \cdot c$
9	$Y=C-g/(h+9)$,	де	$g=C+2 \cdot h+\pi$
10	$Y=S+\sqrt{f} \cdot N$,	де	$N=S \cdot d-2$
11	$Y=5 \cdot U/(b+2)$,	де	$U=3 \cdot x+7 \cdot b$
12	$Y=c \cdot \sqrt{b}+a$,	де	$c=b^2-a \cdot d$
13	$Y=S/(h+r)+R$,	де	$S=r+4 \cdot h$
14	$Y=\lambda \cdot \beta+5 \cdot x/c$,	де	$x=\beta-\lambda^2$
15	$Y=b \cdot c-d/2$,	де	$d=b/c+a$
16	$Y=s-2 \cdot h^3$,	де	$s=a+b/(a-h)$
17	$Y=L/(\delta+\beta)+3$,	де	$L=\gamma+4 \cdot \beta$
18	$Y=4 \cdot t+n \cdot x$,	де	$t=\sqrt{x-2}+5 \cdot z$
19	$Y=v+b/(2+c)$,	де	$b=v^2-c^2$
20	$Y=(g+4)/2+m$,	де	$m=3 \cdot \sqrt{a+4}-g$
21	$Y=c \cdot \sqrt[3]{4 \cdot a}+d$,	де	$d=a^2-c$
22	$Y=\lambda+\beta-\alpha$,	де	$\beta=\alpha^3-7/\lambda^2$
23	$Y=R-3 \cdot r+5$,	де	$R=s+k/2 \cdot s$
24	$Y=A-B/(2+C)$,	де	$B=C-2 \cdot D$
25	$Y=v \cdot x+c \cdot b$,	де	$v=c^2+x/(8-b)$
26	$Y=c+4 \cdot s/(5-d)$,	де	$c=d \cdot (s-2)+t$
27	$Y=n \cdot (m/k+3)$	де	$m=k+n \cdot h$
28	$Y=a+d/c+3$,	де	$d=a+4 \cdot c^3$
29	$Y=\alpha \cdot \beta \cdot \gamma-4$,	де	$\beta=\alpha/(2 \cdot \gamma)+z$
30	$Y=m \cdot z \cdot t/(9-f)$,	де	$t=3 \cdot m+2 \cdot z$

ЗАВДАННЯ № 2. Рівень складності – середній.

Виконати обчислення з таблиці 5. Вихідні дані задати самостійно.

Таблиця 5 – Варіанти завдання № 2

Номер варіанту	Умова задачі
1	Залізничний вагон масою m_1 , рухомий на прямолінійній ділянці шляху з швидкістю V_1 , зчіплюється з нерухомим вагоном, маса якого m_2 . Визначити швидкість вагонів після зчеплення $V = \frac{m_1}{m_1 + m_2} V_1$.
2	Два поїзди йдуть назустріч один одному з швидкостями V_1 і V_2 (км/год). Пасажир, що знаходиться в першому поїзді, помічає, що другий поїзд проходить мимо нього протягом t секунд. Визначити довжину другого поїзда $S = (V_1 + V_2)t$.
3	Обчислити основний питомий опір руху навантажених вантажних вагонів колії 1067 мм ² $w_0'' = 0,7 + \frac{7 + 0,3V + 0,0075V^2}{q_0}$ по заданим значенням швидкості V і q_0 ($q_0 > 6$ т).
4	Обчислити основний питомий опір руху порожніх вантажних вагонів колії 1067 мм ² $w_0'' = 1,35 + 0,07V + 0,00045V^2$ при заданій швидкості V .
5	Обчислити основний питомий опір руху локомотивів на безстиковому шляху залежно від швидкості V за формулами: для електровозів – $w_0' = 1,9 + 0,008V + 0,0025V^2$; для тепловозів – $w_x = 2,4 + 0,009V + 0,00035V^2$.
6	По заданій швидкості V визначити розрахунковий коефіцієнт зчеплення для тепловозів ТЕ10 $\Psi_k = 0,118 + \frac{4}{22 + V}$.
7	Назустріч один одному рухаються два поїзди: один із швидкістю V_1 , інший із швидкістю V_2 . На станції поїзди зустрілися і після цього продовжували свій шлях без зупинки. Визначити положення кожного поїзда через t хвилин після зустрічі і відстань між ними у цей момент по формулах: $x_1 = x_{01} + V_1 t$; $x_2 = x_{02} + V_2 t$; $\ell = x_2 - x_1 $.
8	Пасажирський поїзд через час після початку руху набуває швидкості. Визначити через який час t_2 від початку руху швидкість поїзда стане рівною V_2 . Для обчислень використовувати залежності: $a = V_1 / t$, $t_2 = V_2 / a$.

Продовження таблиці 5

Номер варіанту	Умова задачі
9	<p>Поїзд масою m, рухомий із швидкістю V_1, збільшив свою швидкість до V_2 на ділянці шляху S. Яка сила повинна бути прикладена до поїзда, якщо рух вважати рівноприскореним? Для обчислень використовувати залежності: $F = A/S$, $A = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$.</p>
10	<p>Обчислити загальну вагу складу поїзда, що складається з n порожніх і m навантажених вагонів. Маса порожнього вагону N т, маса вантажу одного вагону – M т.</p>
11	<p>Обчислити коефіцієнт тертя гальмівних чавунних стандартних колодок об колесо залежно від швидкості V по формулі $\varphi = 0,27 \frac{V+100}{5V+100}$.</p>
12	<p>Обчислити роботу $A = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$, яка повинна бути здійснена для зупинки поїзда ($V_2 = 0$) масою m, що рухається із швидкістю V_1.</p>
13	<p>Обчислити коефіцієнт тертя гальмівного черевика об рейку залежно від швидкості V по формулах: $\varphi = 0,19 \cdot \frac{10,8 \cdot V + 100}{21,6 \cdot V + 100}$ - при сухих рейках; $\varphi = 0,19 \cdot \frac{7,2 \cdot V + 100}{18 \cdot V + 100}$ - при мокрих рейках.</p>
14	<p>Обчислити основний питомий опір руху кривій для рухомого складу при довжині поїзда більш за довжину кривої $W_r = \frac{700}{R} - \frac{S_{кр}}{\ell_p}$ залежно від радіусу кривої R, довжини кривої ділянки шляху $S_{кр}$ та довжини поїзда ℓ_p.</p>
15	<p>Обчислити розрахункову силу натягнення на гальмівні чавунні стандартні колодки $k_p = 2,22k \frac{16k+100}{80k+10}$ по дійсній силі натягнення на одну гальмівну колодку ($k = 2,7$ тс).</p>
16	<p>Поїзд їхав t_1 годин із швидкістю V_1 км/год; t_2 годин із швидкістю V_2 км/год і t_3 годин із швидкістю V_3 км/год. Обчислити пройдені шляхи.</p>
17	<p>Ціна на проїзд в купейних вагонах виросла на p відсотків, в плацкартних вагонах – на k відсотків. Обчислити нові ціни.</p>
18	<p>Обчислити загальну кількість вагонів у складі вантажного поїзда по заданих кількостях вхідних в нього цистерн, критих вагонів і платформ.</p>

Закінчення таблиці 5

Номер варіанту	Умова задачі
19	Визначити загальну протяжність залізниць України при заданих довжинах шести доріг.
20	Обчислити периметр і площу рівнобічної трапеції $S = \frac{a+b}{2}h$ при заданих значеннях основ a, b і висоти h .
21	Обчислити кінетичну $E = mv^2/2$ і потенційну $P = mgh$ енергії тіла, заданої маси m , яке рухається на висоті h із швидкістю v .
22	Обчислити площу трикутника S із сторонами a, b, c і радіус описаного кола $r = \frac{abc}{4S}$.
23	Обчислити відстань між двома крапками з координатами (x_1, y_1) і (x_2, y_2) і координати середини відрізка із заданими координатами. $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$, $x = (x_1 + x_2)/2$, $y = (y_1 + y_2)/2$.
24	Обчислити площу бічної поверхні $S = 2\pi rh$ і $V = \pi r^2 h$ бочки для заданої висоти h і радіуса основи r .
25	Обчислити радіус $r = \sqrt{\frac{(p-a)(p-b)(p-c)}{p}}$ вписаного кола в трикутник із сторонами a, b, c і радіус $R = \frac{abc}{4\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}$ описаного круга.
26	Обчислити периметр і площу рівнобічного трикутника $S = a/2 \sqrt{b^2 - a^2/4}$, де a – основа, b – бічна сторона.
27	Обчислити бісектрису трикутника $W\alpha = \frac{2}{b+c} \sqrt{bc p(p-a)}$ із сторонами a, b і c .
28	Обчислити площу круга з радіусом R і площу сектора $S_{\text{сект}} = \pi R^2 \alpha / 360$, де α – кут в градусах.
29	Тіло падає з прискоренням g . Обчислити шлях $h = gt^2/2$, пройдений після першої і другої секунд падіння.
30	Обчислити висоту $h_b = 2s/b$ і медіану $m_b = \frac{1}{2} \sqrt{2(a^2 + c^2) - b^2}$ трикутника із сторонами a, b і c .

Самостійна робота 2

ПРОГРАМУВАННЯ ЗАДАЧ РОЗГАЛУЖЕНОЇ СТРУКТУРИ

Мета роботи:

1. Навчитися розробляти математичну постановку задачі, схему алгоритму та програму обчислювального процесу з розгалуженням.
2. Вивчити оператори розгалуження **if, otherwise**.
3. Освоїти прийоми переходу від схеми алгоритму до програми.

1 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з короткими теоретичними відомостями.
2. У зошиті підготувати задачу для розв'язання на комп'ютері (математична постановка, схема алгоритму та її опис, текст програми, контрольні приклади виконання програми).
3. Завантажити MathCad, набрати текст програми та налагодити її, отримати результати виконання програми.
4. Проаналізувати результати.

2 Короткі теоретичні відомості

2.1 Алгоритм розгалуженої структури

Обчислювальний процес, для якого характерна наявність декількох напрямів розв'язання задачі залежно від виконання певної логічної умови, називається розгалуженням. Кожен з напрямків розв'язання задачі утворює так звану гілку обчислення.

Обчислювальний процес, що розгалужується, ґрунтується на двох базових структурах: «ЯКЩО» (рис. 4, а) і «ОБХІД» (рис. 4, б).

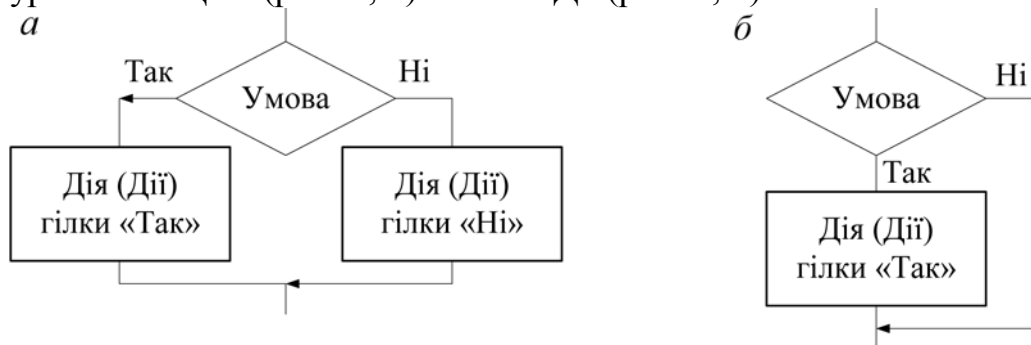



Рисунок 4 – Базові структури розгалуження: а – «ЯКЩО»; б – «ОБХІД»

Під час розробки схем алгоритмів обчислювальних процесів, що розгалужуються, необхідно враховувати таке:

1. Блок, у якому перевіряється умова («рішення»), завжди має одну вхідну лінію потоку і, як мінімум, дві вихідні.
2. У схемі алгоритму повинні бути враховані всі можливі напрями обчислень. Залежно від виконання заданої умови обчислення здійснюється по одній з гілок, виключаючи обчислення по інших гілках.
3. Дії в кожній з гілок «Так» чи «Ні» можуть включати будь-які інші структури, у тому числі й ті, що розгалужуються.

4. Будь-яка гілка, по якій здійснюються обчислення, повинна привести до загального виходу із структури, що розгалужується.

Умова – це логічний вираз, результатом якого може бути тільки одне з двох значень: ІСТИНА (якщо умова виконана) або ХИБНІСТЬ (якщо умова не виконана). Як результат ІСТИНА приймається одиниця, а результат ХИБНІСТЬ – нуль.

Для запису умов використовується панель **Булева алгебра**  на панелі **Математические** з кнопками для введення операторів відношення і логічних операторів.

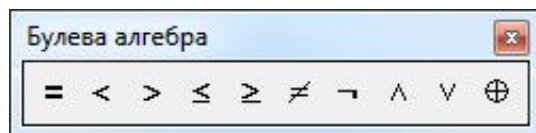


Рисунок 5 – Панель інструментів для введення логічних операторів

Умови можуть бути *простими* і *складними*.

Проста умова записується за допомогою операторів відношень у вигляді:

<Операнд1> <Оператор відношення> <Операнд2>

де **<Операнд1>**, **<Операнд2>** – константа, змінна, функція або вираз;

<Оператор відношення> – один з шести операторів відношення.

Ці оператори, а також приклади їх використання наведені в таблиці 6.

Таблиця 6 – Оператори відношень і приклади їх використання

Оператор відношення	Шаблон умови	Приклад запису простої умови	Результат
Дорівнює	■ = ■	A = B	ІСТИНА, якщо A дорівнює B
Менше	■ < ■	A < B	ІСТИНА, якщо A менше B
Більше	■ > ■	B > A	ІСТИНА, якщо B більше A
Менше або дорівнює	■ ≤ ■	B ≤ A	ІСТИНА, якщо B менше або дорівнює A
Більше або дорівнює	■ ≥ ■	A ≥ B	ІСТИНА, якщо A більше або дорівнює B
Не дорівнює	■ ≠ ■	A ≠ B	ІСТИНА, якщо A не дорівнює B

Складні умови будуються з простих за допомогою логічних операторів.

Запис складної умови має такий вигляд:

<Операнд1> <Логічний оператор> <Операнд2>

де **<Операнд1>** **<Операнд2>** – прості умови;

<Логічний оператор> – один з логічних операторів: «АБО», «І» «НІ» і так далі.

«АБО» – логічне додавання. Умова з оператором «АБО» набуває

значення ІСТИНА, якщо істинна хоч би одна з простих умов, що входить до його складу.

«І» – логічне множення. Умова з оператором «І» набуває значення ІСТИНА тільки в тому випадку, якщо істинні *всі і тільки всі* прості умови, що входять до його складу.

«НІ» – логічне заперечення. Змінює значення умови на протилежне, тобто значення ІСТИНА на ХИБНІСТЬ, а значення ХИБНІСТЬ на ІСТИНА.

Основні логічні оператори, а також приклади їх використання наведені в таблиці 7.



Таблиця 7 – Логічні оператори і приклади їх використання

Логічний оператор	Шаблон умови	Приклад запису складної умови	Результат
АБО	■ ∨ ■	$(A = B) \vee (B \leq C)$	ІСТИНА, якщо A дорівнює B або B менше або дорівнює C
І	■ ∧ ■	$(A = B) \wedge (B \leq C)$	ІСТИНА, якщо A дорівнює B і B менше або дорівнює C
НІ	■ ¬	$\neg(B \leq C)$	ІСТИНА, якщо B більше C


Логічні оператори «АБО» та «І» працюють з двома операндами, а оператор «НІ» – з одним.

2.2 Оператори розгалуження

2.2.1 Оператор «умовного переходу» if

Оператор **if** використовується під час реалізації обох базових структур розгалуження (див. рис. 4) і дозволяє залежно від результату перевірки умови виконувати або не виконувати деяку дію або групу дій (у вигляді вкладеного блоку). Шаблон для запису оператора **if** створюється за допомогою кнопки  на панелі програмування і має вигляд .

Правило заповнення шаблону:

- праворуч від ключового слова **if** записується умова, що перевіряється;
- ліворуч від ключового слова **if** записується дія, що виконується, якщо умова має значення ІСТИНА (рис. 6, а). Для виконання декількох дій треба створити вкладений блок за допомогою кнопки  (рис. 6, б). При цьому цей блок буде розташований нижче ключового слова **if** (рис. 6, в).

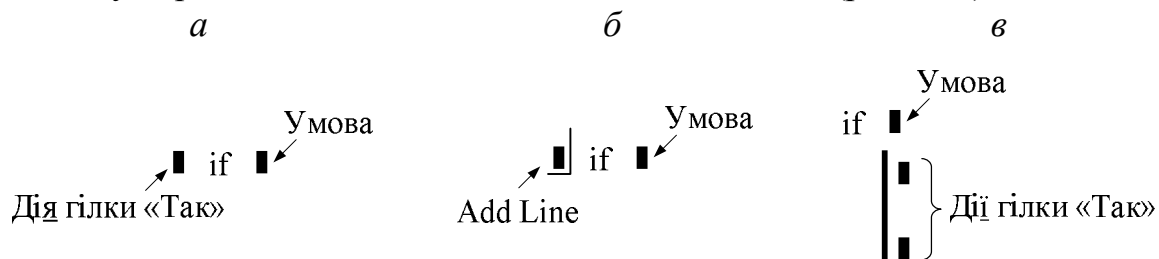


Рисунок 6 – Правило заповнення шаблону оператора **if**

Приклади заповнення шаблонів оператора **if**:

1. $y \leftarrow 3$ if $x < 0$ – якщо умова ($x > 0$) має значення ІСТИНА, то виконується одна дія, а саме змінній y присвоюється значення три.

if $x > 0$

2.
$$\left| \begin{array}{l} y \leftarrow \sqrt{x} \\ z \leftarrow \frac{a}{x} \end{array} \right.$$

– якщо умова ($x > 0$) має значення ІСТИНА, то виконується дві дії, а саме обчислюються змінні y та z .

*Правило виконання оператора **if**:* виконання оператора «умовного переходу» починається з обчислення умови. Якщо вона приймає значення ІСТИНА, то виконується дія, яка введена ліворуч від оператора **if** або дії, введені в його вкладеному блоці. Якщо умова приймає значення ХИБНІСТЬ, то виконання програми переходить до оператора, розташованого в наступному рядку після завершення оператора **if**.

Наприклад:

$$\left| \begin{array}{l} x \leftarrow 3 \cdot x \text{ if } x < 0 \\ y \leftarrow x^2 \end{array} \right.$$

1. Спочатку перевіряється умова ($x < 0$) для заданого значення x .

2. Якщо умова має значення ІСТИНА, то виконується оператор $x \leftarrow 3 \cdot x$, а потім оператор $y \leftarrow x^2$.

3. Якщо ж умова має значення ХИБНІСТЬ, тобто $x \geq 0$, то виконується тільки оператор $y \leftarrow x^2$, а оператор $x \leftarrow 3 \cdot x$ не виконується.

2.2.2 Оператор «іншого вибору» **otherwise**

Оператор **otherwise** використовується спільно з оператором **if** для введення додаткової гілки обчислень у базовій структурі «ЯКЩО» (див. рис. 4, а). Шаблон для запису оператора **otherwise** створюється за допомогою кнопки **otherwise** на панелі програмування.

Правило заповнення шаблону. Ліворуч від ключового слова **otherwise** записується дія (рис. 7, а) або створюється вкладений блок (рис. 7, б) з групою дій (рис. 7, в), які виконуватимуться, якщо умова, записана в операторові **if**, має значення ХИБНІСТЬ.

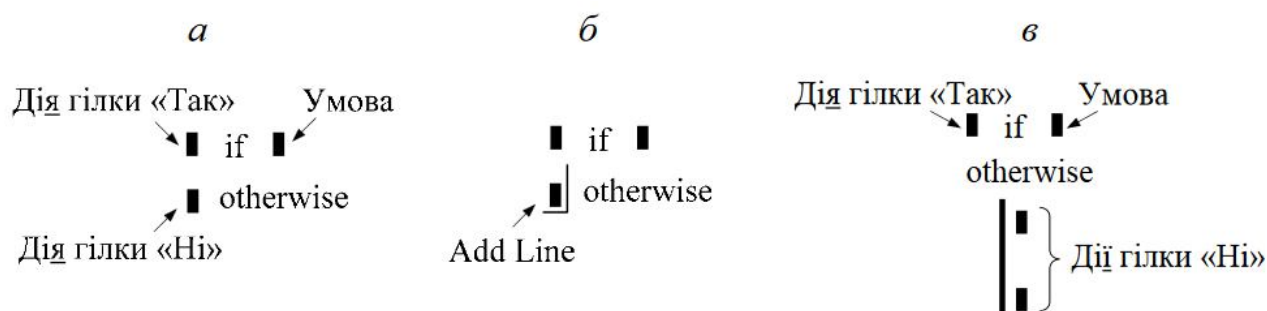


Рисунок 7 – Правило заповнення шаблону оператора **otherwise**

Правило виконання оператора otherwise: обчислюється умова, яка записана в попередньому операторі **if**. Якщо умова приймає значення ХИБНІСТЬ, то виконуються дії, записані в операторі **otherwise**, після чого виконання програми переходить до оператора, розташованого в наступному рядку після завершення оператора **otherwise**.

Наприклад:

```

| x ← 3 · x  if x < 0
| y ← x2  otherwise

```

1. Спочатку перевіряється умова ($x < 0$) для заданого значення x .
2. Якщо умова має значення ІСТИНА, то виконується тільки оператор $x \leftarrow 3 \cdot x$, а оператор $y \leftarrow x^2$ не виконується.
3. Якщо ж умова має значення ХИБНІСТЬ, тобто $x \geq 0$, то виконується тільки оператор $y \leftarrow x^2$, а оператор $x \leftarrow 3 \cdot x$ не виконується.

Якщо ж операторів **otherwise** передують декілька операторів **if**, то оператор **otherwise** виконується тільки в тому випадку, якщо у всіх попередніх операторах **if** умови приймають значення ХИБНІСТЬ.

2.2.3 Оператор «повернення» return

Оператор **return** завершує роботу програми і повертає значення, записане праворуч від оператора. Значенням, яке повертається, може бути текстова або числова константа, ім'я змінної, вираз або масив. Зазвичай цей оператор використовується спільно з умовними операторами **if**, **otherwise** і дозволяє вийти з програми в будь-якому її місці. Шаблон оператора **return** у вигляді `return` вставляється по кнопці `return` панелі програмування.

3 Приклади складання логічних виразів

Умова завдання. У загальному вигляді для заданої змінної та значень для порівняння (табл. 8):

1. Скласти логічні вирази для перевірки умов:
 - простих, використовуючи всі оператори відношення;
 - складних, використовуючи логічні оператори «АБО» та «І».

2. Написати, яких значень – ІСТИНА (1) або ХИБНІСТЬ (0) – набудуть ці умови для окремих вихідних значень, та межі.

Таблиця 8 – Варіанти завдання

Ім'я змінної	Вихідні значення	Значення для порівняння	Межа
1	2	3	4
X	2; 8	5	[-1; 7)

Підготовка завдання:

1. Скласти прості логічні вирази, використовуючи ім'я змінної (табл. 8, графа 1) і значення для порівняння (табл. 8, графа 3).

2. Записати результати виконання умов (ІСТИНА (1) або ХИБНІСТЬ(0)) для кожного із заданих значень змінної (табл. 8, графа 2).

3. Скласти складні логічні вирази, використовуючи ім'я змінної (табл. 8, графа 1) і межу (табл. 8, графа 4)

4. Записати результати виконання умов ІСТИНА (1) або ХИБНІСТЬ (0) для кожного із заданих значень змінної (табл. 8, графа 2).

Таким чином, складені логічні вирази з результатами їх виконання будуть мати вигляд (табл. 9).

Таблиця 9 – Результати завдання

Логічні вирази	Результати виконання логічних виразів при X	
	2	8
прості		
$X=5$	ХИБНІСТЬ	ХИБНІСТЬ
$X<5$	ІСТИНА	ХИБНІСТЬ
$X>5$	ХИБНІСТЬ	ІСТИНА
$X\leq 5$	ІСТИНА	ХИБНІСТЬ
$X\geq 5$	ХИБНІСТЬ	ІСТИНА
$X\neq 5$	ІСТИНА	ІСТИНА
складні		
$X\leq -1 \vee X>7$	ХИБНІСТЬ	ІСТИНА
$X\geq -1 \wedge X<7$	ІСТИНА	ХИБНІСТЬ

Виконання на ЕОМ:

1. Змінній присвоїти перше вихідне значення.

2. Ввести складені логічні вирази, використовуючи панель **Boolean** (Булевий) і вивести їх результат, використовуючи знак числового виведення (=).

3. Змінній присвоїти друге вихідне значення та повторити дії пункту 2.

Таким чином лістинг з результатами виконання завдання буде мати вигляд:

$$X := 2 \quad X = 5 = 0 \quad X < 5 = 1 \quad X > 5 = 0 \quad X \leq 5 = 1 \quad X \geq 5 = 0 \quad X \neq 5 = 1$$

$$X \leq -1 \vee X > 7 = 0 \quad X \geq -1 \wedge X < 7 = 1$$

$$X := 8 \quad X = 5 = 0 \quad X < 5 = 0 \quad X > 5 = 1 \quad X \leq 5 = 0 \quad X \geq 5 = 1 \quad X \neq 5 = 1$$

$$X \leq -1 \vee X > 7 = 1 \quad X \geq -1 \wedge X < 7 = 0$$

4 Приклади розв'язання задач

Приклад № 1

Умова задачі.

Обчислити значення $y = b \cos x - 2,55 \sin(3x)$. Вивести значення y разом з повідомленням «у більше 2» або «у менше або дорівнює 2» залежно від результату обчислення. Значення x і b – довільні.

Підготовка задачі

I Математична постановка задачі

1 Прийняті позначення:

x і b – вихідні змінні; y – змінна, що обчислюється; S – повідомлення.

2 Дано: x і b

3 Основні залежності:

$$y = b \cos x - 2,55 \sin(3x); \quad (1)$$

$$S = \text{«у більше 2»}; \quad (2)$$

$$S = \text{«у менше або дорівнює 2»}. \quad (3)$$

4 Обмеження:

Залежність (2) виконується, якщо $y > 2$;

Залежність (3) виконується, якщо $y \leq 2$.

5 Знайти: y і S .

II Схема алгоритму

Схема алгоритму і її опис представлені в таблиці 10.

Таблиця 10 – Схема алгоритму і її опис

Схема алгоритму	Опис схеми алгоритму
<pre> graph TD 1([1 Вхід]) --> 2[2 y = b cos x - 2.55 sin 3x] 2 --> 3{3 y > 2} 3 -- Так --> 4[4 S = «у більше 2»] 3 -- Ні --> 5[5 S = «у менше або дорівнює 2»] 4 --> 6[6 Формування масиву даних] 5 --> 6 6 --> 7([7 Вихід]) </pre>	Блок 1. Вхід в програму-функцію з двома формальними параметрами x і b
	Блок 2. Обчислення y
	Блок 3. Перевірка умови. Якщо $y > 2$, то перехід до блоку 4, інакше ($y \leq 2$) перехід до блоку 5
	Блок 4. Присвоєння змінній S значення текстової константи: «у більше 2»
	Блок 5. Присвоєння змінній S значення текстової константи: «у менше або дорівнює 2»
	Блок 6. Формування масиву для виведення вихідних даних x , b і результатів y і S
	Блок 7. Вихід. Завершення роботи програми-функції. Повернення масиву даних

III Текст програми

$$Pr1(x, b) := \begin{pmatrix} y \leftarrow b \cdot \cos(x) - 2.55 \cdot \sin(3 \cdot x) \\ S \leftarrow \text{"у більше 2"} \text{ if } y > 2 \\ S \leftarrow \text{"у менше або дорівнює 2"} \text{ otherwise} \\ \left(\begin{matrix} \text{"x"} & \text{"b"} & \text{"y"} & \text{"Повідомлення"} \\ x & b & y & S \end{matrix} \right) \end{pmatrix}$$

IV Виконання програми

Контрольні приклади виконання програми:

1) звернення до функції із значеннями $x = -2$ і $b = 4$

$$Pr1(-2, 4) = \begin{pmatrix} \text{"x"} & \text{"b"} & \text{"y"} & \text{"Повідомлення"} \\ -2 & 4 & ? & ? \end{pmatrix}$$

2) звернення до функції із значеннями $x = 1$ і $b = 5$

$$Pr1(1, 5) = \begin{pmatrix} \text{"x"} & \text{"b"} & \text{"y"} & \text{"Повідомлення"} \\ 1 & 5 & ? & ? \end{pmatrix}$$

Виконання програми на EOM. Лістинг з текстом програми і результатами

виконання

$$\text{Pr1}(x, b) := \begin{cases} y \leftarrow b \cdot \cos(x) - 2.55 \cdot \sin(3 \cdot x) \\ S \leftarrow \text{"у більше 2"} \text{ if } y > 2 \\ S \leftarrow \text{"у менше або дорівнює 2"} \text{ otherwise} \\ \left(\begin{array}{cccc} \text{"x"} & \text{"b"} & \text{"y"} & \text{"Повідомлення"} \\ x & b & y & S \end{array} \right) \end{cases}$$

$$1) \text{ Pr1}(-2, 4) = \left(\begin{array}{cccc} \text{"x"} & \text{"b"} & \text{"y"} & \text{"Повідомлення"} \\ -2 & 4 & -2.377 & \text{"у менше або дорівнює 2"} \end{array} \right)$$

$$2) \text{ Pr1}(1, 5) = \left(\begin{array}{cccc} \text{"x"} & \text{"b"} & \text{"y"} & \text{"Повідомлення"} \\ 1 & 5 & 2.342 & \text{"у більше 2"} \end{array} \right)$$

Приклад № 2

Умова задачі. Знайти найменше значення з двох довільних чисел. Якщо числа дорівнюють одне одному, видати повідомлення «Числа однакові».

Підготовка задачі

I Математична постановка задачі

1 Прийняті позначення:

a, b – два довільних числа; M – найменше з них.

2 Дано: a, b

а. Основні залежності:

$$M = a; (1)$$

$$M = b; (2)$$

б. Обмеження:

Залежність (1) виконується, якщо a – найменше. Залежність (2) виконується, якщо b – найменше.

Якщо числа дорівнюють одне одному, то вивести повідомлення: «Числа однакові».

с. Знайти: M або вивести повідомлення «Числа однакові».

II Схема алгоритму

Схема алгоритму і її опис наведені в таблиці 11.

Таблиця 11 – Схема алгоритму і її опис

Схема алгоритму	Опис схеми алгоритму
<pre> graph TD 1([1 Вхід]) -- "a, b" --> 2{2 a=b} 2 -- Так --> 3[3 «Числа однакові»] 2 -- Ні --> 4{4 a < b} 4 -- Так --> 5[5 M = a] 4 -- Ні --> 6[6 M = b] 5 --> 7([7 Вихід]) 6 --> 7 3 --> 7 7 -.-> 7 </pre>	Блок 1. Вхід в програму-функцію з двома формальними параметрами a і b
	Блок 2. Перевірка умови. Якщо $a = b$, то перехід до блоку 3, інакше ($a \neq b$) перехід до блоку 4
	Блок 3. Виведення повідомлення: «Числа однакові» і перехід до блоку 7
	Блок 4. Перевірка умови. Якщо $a < b$, то перехід до блоку 5, інакше ($a > b$) перехід до блоку 6
	Блок 5. Змінній M присвоюється значення змінної a
	Блок 6. Змінній M присвоюється значення змінної b
	Блок 7. Вихід. Завершення роботи програми-функції. Повернення значення M або повідомлення

III Текст програми

1-й варіант. Виведення результату у вигляді числа.

```

MIN(a,b) :=
    return "Числа однакові" if a = b
    M ← a if a < b
    M ← b otherwise
    return M
    
```

2-й варіант. Виведення результату з використанням функції користувача $S2(x)$ і вбудованих строкових функцій:

- **concat**($S1, S2, S3 \dots$) – повертає рядок, утворений приєднанням рядка $S2$ до кінця рядка $S1$, $S3$ до кінця $S2$ тощо;

- **num2str**(z) – повертає рядок, перетворюючи десяткове число z в рядок символів.

$S1 :=$ " найменше "

$S2(x) :=$ num2str (x)

```

MIN(a,b) :=
    return "Числа однакові" if a = b
    M ← a if a < b
    M ← b otherwise
    return concat("З двох чисел: ", S2(a), " і ", S2(b), S1, S2(M))
    
```

IV Виконання програми

1-й варіант $MIN(3, 5) = 3$ $MIN(9, 4) = 4$ $MIN(8, 8) =$ "Числа однакові"

2-й варіант $MIN(3, 5) =$ "З двох чисел: 3 і 5 найменше 3"

Приклад № 3

Умова задачі. Обчислити значення y за однією з таких формул залежно від заданого значення x :

$$y = \begin{cases} 5 \cos^2 x, & \text{якщо } x \in [1, 10], \\ \sqrt{x}, & \text{якщо } x > 10. \end{cases}$$

Як результат функція повинна повертати:

- вихідне значення x ;
- результат обчислення y ;
- номер формули, що використовується для обчислення.

Якщо значення x не належить жодному із заданих інтервалів, слід передбачити виведення повідомлення « x поза інтервалом».

I Математична постановка задачі

1 Прийняті позначення:

x – вихідна змінна; y – змінна, що обчислюється; N – номер формули; Rez – змінна, що містить результат (або повідомлення, або матриця із значеннями x , y та N).

2 Дано: x .

а. Основні залежності:

$$y = 5 \cos^2 x; (1) \quad N = 1; (2) \quad y = \sqrt{x}; (3) \quad N = 2; (4)$$

$$Rez = \text{«}x \text{ поза інтервалом»}; (5) \quad Rez = \begin{pmatrix} "x" & "y" & "№ формули" \\ x & y & N \end{pmatrix}; (6)$$

б. Обмеження:

Залежності (1) і (2) виконуються, якщо x належить інтервалу $[1, 10]$.

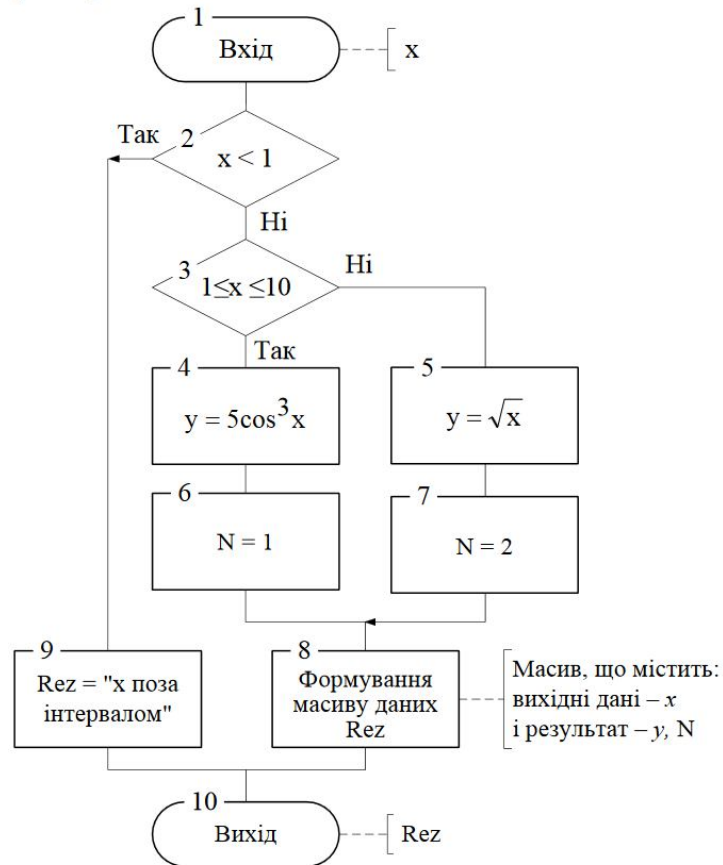
Залежності (3) і (4) виконуються, якщо $x > 10$.

Залежність (5) виконується, якщо $x < 1$, тобто x поза інтервалом.

Залежність (6) виконується, якщо x належить інтервалу $[1, \infty]$.

с. Знайти: значення y або вивести повідомлення.

II Схема алгоритму



III Текст програми

```

Y(x) := Rez ← "x поза інтервалом" if x < 1
        otherwise
        if x ≥ 1 ∧ x ≤ 10
            y ← 5 · cos(x)³
            N ← 1
        otherwise
            y ← √x
            N ← 2
        Rez ← ( "x"  "y"  "№ формули" )
              (  x   y      N      )
        Rez
  
```

IV Виконання програми

$$\begin{aligned} Y(0.5) &= \text{"x поза діапазоном"} \\ Y(-2) &= \text{"x поза діапазоном"} \end{aligned} \quad Y(4) = \begin{pmatrix} \text{"x"} & \text{"y"} & \text{"№ формули"} \\ 4 & -1.396 & 1 \end{pmatrix}$$

$$a := 15 \quad Y(a) = \begin{pmatrix} \text{"x"} & \text{"y"} & \text{"№ формули"} \\ 15 & 3.873 & 2 \end{pmatrix}$$

5 Зміст звіту

1. Тема і мета лабораторної роботи.
2. Для заданого варіанту кожної задачі:
 - 2.1. Умова задачі.
 - 2.2. Математична постановка.
 - 2.3. Схема алгоритму.
 - 2.4. Текст програми.
 - 2.5. Контрольні приклади виконання програми.
3. Лістинг всіх програм і результатів їх виконання.

6 Контрольні завдання та запитання

1. Який обчислювальний процес називається розгалуженням?
2. Які базові структури алгоритмів використовуються в обчислювальних процесах, що розгалужуються?
3. Призначення базової структури «ЯКЩО».
4. Призначення базової структури «ОБХІД».
5. Як описується в програмному блоці структура «ЯКЩО»?
6. Як описується в програмному блоці структура «ОБХІД»?
7. Перелічіть оператори відносин.
8. Перелічіть логічні оператори.
9. У чому відмінність логічних виразів від арифметичних?
10. Що таке проста умова? Приведіть приклади.
11. Що таке складна умова? Приведіть приклади.
12. Правило заповнення і виконання оператора if.
13. Правило заповнення і виконання оператора otherwise.

7 Варіанти завдань

ЗАВДАННЯ № 1. Рівень складності – простий.

У загальному вигляді для заданої змінної та значень для порівняння (табл. 11):

1. Скласти логічні вирази для перевірки умов:
 - простих, використовуючи всі оператори відношення;
 - складних, використовуючи логічні оператори «АБО» та «І».
2. Написати, яких значень – ІСТИНА (1) або ХИБНІСТЬ (0) – набудуть ці умови для окремих вихідних значень, та межі.

Таблиця 12 – Варіанти завдання № 1

№ з/п	Ім'я змінної	Вихідні значення	Значення для порівняння	Межа	№	Ім'я змінної	Вихідні значення	Значення для порівняння	Межа
1	a	12; 30	21	[20; 51]	16	J	16; 40	21,5	(-1; 45)
2	b	23; 50	32	[-2; 50]	17	K	17,5; 30	30	[12; 45]
3	c	3; 10,5	3	[0; 5]	18	L	-18; 5	2	(-7,5; 5]
4	d	-4; 20,5	20	(20; 47)	19	Z	19; 63	19	[10; 63]
5	f	-5,9; 10	10	(-2; 10]	20	C	20; 25	20,3	(-4; 30)
6	q	60; 75	62,5	[20; 81]	21	V	-21; 3	3	[-20; 8]
7	w	-7; 15	0	[-20; 1]	22	B	22,1; 85	80	[-2; 200]
8	r	80; 95	95	(80; 99]	23	N	-23,4; -5	-5	(-10; 3)
9	t	9; 35	10,5	(-1; 35)	24	M	24; 39,3	28	[24; 57]
10	u	-10; 5	1	[2; 15,5]	25	F	25; 52	40	(8,5; 65]
11	i	11; 25	4	(7,5; 25]	26	S	-26; 11,5	6	[-26; 36]
12	p	12; 33	33,7	[10; 33]	27	I	-27; 40,5	20	(-40; 80)
13	s	-13; -5,4	-10	(-4; -1)	28	T	-28,3; 6	6	[-10; 0]
14	g	14,2; 55	55	[20; 80]	29	H	29; 120	100	[9; 120]
15	h	-15; 19	-15	[-20; 20]	30	R	-33; 2,5	2,5	(-10; 5)

ЗАВДАННЯ № 2. Рівень складності – простий. Вихідні дані задати самостійно.

Таблиця 12 – Варіанти завдання № 2

№ з/п	Умова задачі
1	Ввести два нерівні числа X і Y . Якщо менше з них X , то збільшити його двічі, а інакше вивести повідомлення: « X більше Y ».
2	Ввести два нерівні числа A і B . Якщо A більше B , то обчислити $\sqrt{ A-B }$, інакше вивести повідомлення: « A менше B ».
3	Ввести три числа a , b і c . Якщо c не дорівнює нулю, то обчислити $\frac{a+b}{c}$, інакше вивести повідомлення: « c дорівнює 0».
4	Ввести два довільні числа b і c . Обчислити їх добуток, якщо b більше або дорівнює c , інакше вивести повідомлення: « b менше c ».
5	Ввести два нерівні числа Z і X . Якщо менше з них Z , то піднести його в куб, а інакше вивести повідомлення: « X більше Z ».
6*	Ввести одне ціле число V . Вивести повідомлення: «Число парне», якщо воно кратне двом, інакше вивести повідомлення «Число непарне».
7	Ввести два нерівні числа y і z . У меншого з цих чисел змінити знак на протилежний.
8	Ввести два довільні числа y і z . Якщо введені числа дорівнюють один одному, то змінній p присвоїти одиницю, інакше вивести повідомлення: «числа не рівні».

Продовження таблиці 13

№ з/п	Умова задачі
9	Ввести ціле число n . Змінній f присвоїти значення 1, якщо число n кратно трьом, інакше змінній f присвоїти значення 0.
10	Ввести два числа x і y . Визначити, чи належить крапка з координатами x і y внутрішньої області кола $x^2 + y^2 < 50$. Залежно від результату перевірки вивести одне з повідомлень: «крапка усередині кола» або «крапка поза колом або лежить на колу».
11	Ввести два нерівні числа x і z . Змінній N присвоїти значення більшого з чисел, а змінній M – меншого.
12	Ввести два числа b і c . Якщо числа рівні, то вивести про це повідомлення, інакше обчислити $c^2 + b$.
13	Ввести два нерівні числа x і y . Менше з них розділити на більше.
14	Ввести число z нерівне нулю. Залежно від значення введеного числа вивести одне з повідомлень: «Число додатне», «Число від'ємне».
15	Ввести довільне число a . Присвоїти змінній P одиницю, якщо число a менше або дорівнює 25, інакше вивести повідомлення: « a більше 25».
16	Ввести довільне число a . Якщо воно від'ємне, то обчислити $\sqrt{ a }$, інакше обчислити a^2 .
17	Ввести два нерівні числа x і z . Менше з них замінити більшим.
18	Обчислити площу кола з радіусом R . Якщо значення площі буде більше 25, то вивести повідомлення «велике коло», інакше «мале коло».
19	Ввести два числа. Вивести відповідне повідомлення: «Числа рівні» або «Числа нерівні».
20	Ввести два нерівні числа. Обчислити квадрат меншого з них.
21	Ввести два цілі числа. Якщо числа є взаємно протилежними, то вивести відповідні повідомлення, інакше обчислити їх суму.
22	Ввести довільні чотири числа a, b, c, d . Якщо число a більше суми чисел b, c, d , то вивести відповідні повідомлення, інакше обчислити середнє арифметичне всіх чотирьох чисел.
23	Ввести два числа. Обчислити їх різницю, якщо числа не рівні, інакше вивести повідомлення: «Числа рівні».
24	Ввести два числа. Обчислити їх різницю та вивести одне з повідомлень: «Різниця менше 0», «Різниця не менше 0».
25	Обчислити площу квадрата із стороною a та площу прямокутника зі сторонами b і c . В залежності від результатів обчислення вивести одне з повідомлень: «площа прямокутника більше площі квадрата» або «площа прямокутника менше або дорівнює площі квадрата».
26	Ввести два нерівні числа. Вивести повідомлення яке число є найбільшим: перше або друге.

Закінчення таблиці 13

№ з/п	Умова задачі
27	Ввести масу, що доводиться на вісь колісної пари q_o . Якщо $q_o \leq 6$, то вивести повідомлення «Невірно введена маса», інакше обчислити основний питомий опір руху навантажених вантажних вагонів колії 1067 мм ² $w_o = 0,7 + \frac{7 + 0,3V + 0,0075V^2}{q_o}$.
28	Ввести швидкість поїзда V . Якщо вона більше нуля, то обчислити основний питомий опір руху порожніх вантажних вагонів колії 1067 мм ² $w_o = 1,35 + 0,07V + 0,00045V^2$, інакше вивести повідомлення «Невірно введена швидкість».
29	Визначити кількість вільних місць в одному купейному вагоні поїзда по відомій кількості проданих квитків. Якщо всі квитки продані, то вивести повідомлення: «У вагоні немає вільних місць». (У одному купейному вагоні 36 місць).
30	Ввести дійсну силу натягнення на одну гальмівну колодку k . Якщо $k = 1,6$, обчислити розрахункову силу натягнення на гальмівні композиційні колодки $k_p = 1,22k \frac{k+20}{4k+20}$, інакше вивести повідомлення «Невірне вхідне k ».

Кратність числа x числу y можна визначити вбудованою функцією $\text{mod}(x, y)$, яка повертає залишок від ділення x на y . Аргументи повинні бути дійсними. Результат має один знак з x . Наприклад, $\text{mod}(14, 7) = 0$ означає, що число 14 кратне числу 7, оскільки залишок від ділення 14 на 7 дорівнює нулю; $\text{mod}(10, 7) = 3$ означає, що число 10 некрлатне числу 7, оскільки залишок від ділення 10 на 7 дорівнює трьом.

ЗАВДАННЯ № 3. Рівень складності – середній.

Скласти функцію користувача, яка залежно від заданого користувачем значення x обчислює значення за однією із заданих формул y_1 , y_2 , або y_3 . Для спрощення складання програмного блоку рекомендується замість y_1 , y_2 і y_3 використовувати одне і те саме ім'я, наприклад y . Виведення результатів оформити у вигляді матриці, яка повинна містити:

- значення x , що вводиться;
- результат обчислення;
- номер формули, використовуваної для обчислення;
- у разі введення значення x , що не належить жодному із заданих інтервалів, передбачити виведення повідомлень « x поза діапазоном» і «формули немає».

У разі виклику функції значення x слід брати з різних діапазонів, щоб перевірити роботу всіх гілок програми.

Таблиця 14 – Варіанти завдання № 3

№ з/п	Функція y_1 та інтервал зміни x	Функція y_2 та інтервал зміни x	Функція y_3 та інтервал зміни x
1	$y_1 = \pi^x - 1$ $-10 < x \leq 0$	$y_2 = (\sin x) / x$ $0 < x \leq 10$	$y_3 = 1 / \lg(x^2 - 1)$ $10 < x \leq 1000$
2	$y_1 = \sin(\pi x / 2 - 1)$ $-3 < x \leq 1$	$y_2 = \exp(\sqrt[3]{x+3})$ $1 < x \leq 3$	$y_3 = \lg^2(\sqrt{x} + 1)$ $x > 3$
3	$y_1 = \operatorname{tg}(\pi x) - \exp x$ $-\pi < x \leq 0$	$y_2 = 2 \cos^2(\sqrt[3]{\pi x})$ $0 < x \leq \pi$	$y_3 = 1 - 2 \lg x$ $x > \pi$
4	$y_1 = (\pi / 2)^{ \operatorname{arctg} x }$ $-\pi < x \leq 0$	$y_2 = 4 \cos^2(\pi x) - 2$ $0 < x \leq 2$	$y_3 = \exp(\lg(x^2 + 1))$ $x < 2$
5	$y_1 = \sqrt[3]{ \operatorname{arctg} x }$ $x \leq 0$	$y_2 = \sqrt{1 - \exp(-x)}$ $0 < x \leq 1, 2$	$y_3 = (\operatorname{tg} x) / \lg(x + 1)$ $1, 2 < x \leq \pi / 2$
6	$y_1 = \sqrt[3]{\operatorname{tg}^2 x}$ $-\pi / 2 < x \leq 0$	$y_2 = \lg^2(x^2 + 2)$ $0 < x \leq \pi$	$y_3 = 1 - \exp(-x^2 / 2)$ $\pi < x \leq 2\pi$
7	$y_1 = \cos(\sqrt[3]{x^2 + 2})$ $-100 < x \leq 0$	$y_2 = \lg^2(\sqrt{x} + 1)$ $0 < x \leq 10$	$y_3 = \exp(-\sqrt{x+1})$ $x > 10$
8	$y_1 = \operatorname{tg}(0, 1\pi^x - 3)$ $0 < x \leq \pi$	$y_2 = \exp(-x - 1)$ $\pi < x \leq 2\pi$	$y_3 = 2 \log_2(4x)$ $x > 2\pi$
9	$y_1 = \operatorname{tg}(x + 1)$ $-2 < x \leq 0$	$y_2 = x / \lg(x + 1)$ $0 < x \leq 10$	$y_3 = \sin(2\pi\sqrt[3]{x+1})$ $10 < x \leq 20$
10	$y_1 = \sqrt[3]{\operatorname{tg}^2 x}$ $-\pi / 2 < x < \pi / 2$	$y_2 = \lg(2^x + 256)$ $\pi / 2 \leq x \leq 10$	$y_3 = \operatorname{arctg} x$ $x > 10$
11	$y_1 = x^3 - 1 $ $-100 < x \leq 0$	$y_2 = \sin(2\pi^x - 1)$ $0 < x \leq 100$	$y_3 = \sqrt{\lg(x^2 - 2)}$ $100 < x$
12	$y_1 = \sqrt[3]{x^2 + 1}$ $x \leq 0$	$y_2 = 2 \operatorname{tg}^2(x - 1)$ $0 < x < \pi / 2$	$y_3 = 2 \log_2(x + 1)$ $\pi / 2 \leq x$
13	$y_1 = \sin(\sqrt[3]{x^2} + \pi)$ $x \leq 0$	$y_2 = 1 + \lg \sqrt{x+10}$ $0 < x \leq 3$	$y_3 = 1 - \exp(-x)$ $3 < x < 7$
14	$y_1 = 1 - \exp(x)$ $x \leq 0$	$y_2 = 1 + \sqrt[3]{2x+1}$ $0 < x \leq 10$	$y_3 = 1 - \lg^2(2x+1)$ $x > 10$
15	$y_1 = \operatorname{arctg}^3 x$ $-1000 < x \leq 0$	$y_2 = (x+1)^{\operatorname{arctg} \pi}$ $0 < x \leq 10$	$y_3 = (x+1)^{\lg \pi}$ $x > 10$
16	$y_1 = \operatorname{tg}(x - 1)$ $0 < x < 1$	$y_2 = \sqrt[3]{x^2 + 2}$ $1 \leq x \leq e$	$y_3 = \log_2(e^x + 2)$ $e < x < 10, e = 2, 7183$

Продовження таблиці 14

№ з/п	Функція y_1 та інтервал зміни x	Функція y_2 та інтервал зміни x	Функція y_3 та інтервал зміни x
17	$y_1 = \cos \sqrt[3]{x^2} + 1$ $-1000 < x \leq 0$	$y_2 = \pi^x + 1$ $0 < x \leq \pi$	$y_3 = \lg(\pi^x + 1)$ $\pi < x \leq 2\pi$
18	$y_1 = e^{2x^2-1}$ $-5 < x \leq 1$	$y_2 = \sin(x^5 - 1)$ $1 < x \leq 5$	$y_3 = \lg(1024x - 2)$ $5 < x < 25$
19	$y_1 = x - 7 $ $x \leq 7$	$y_2 = \operatorname{tg}(2\pi x) - 2$ $7 < x \leq 10$	$y_3 = \log_2(1024x - 2)$ $3 < x \leq 9$
20	$y_1 = \sqrt[5]{(3-x)^2}$ $-1000 < x \leq 0$	$y_2 = e^{-x^2/2}$ $0 < x \leq 3$	$y_3 = \lg^2(x^3 - 3)$ $3 < x < 1024$
21	$y_1 = (x^2 + 1)^{1/3}$ $-1024 < x \leq 0$	$y_2 = x / \operatorname{tg}(x + 1)$ $0 < x \leq 0.5$	$y_3 = \lg^2(x + 1)$ $0.5 < x < 64$
22	$y_1 = \exp(x^2 / 2)$ $-2 < x \leq 0$	$y_2 = \operatorname{tg}(x + 1)$ $0 < x \leq 1$	$y_3 = \sin(x^\pi) / \lg^2 x$ $1 < x \leq \pi$
23	$y_1 = x^{3/4} + 8$ $0 < x \leq 8$	$y_2 = \operatorname{arctg}(2\pi x + 1)$ $8 < x \leq 256$	$y_3 = 2 / \lg^2 x$ $x > 256$
24	$y_1 = 1 - \exp(x - 1)$ $-8 < x \leq \pi$	$y_2 = \operatorname{arctg} \sqrt[3]{x^2 - 9}$ $\pi < x \leq 8$	$y_3 = 8 / \log_2(2x)$ $x > 8$
25	$y_1 = (2 - x)^{\sin x}$ $-2 < x \leq 0$	$y_2 = 2 / \lg(x^3 + 4)$ $0 < x \leq 8$	$y_3 = 4 / (x + 8)$ $x > 8$
26	$y_1 = \pi^{2x} - 1$ $-9 < x \leq 0$	$y_2 = x / \lg(x + 1)$ $0 < x \leq 10$	$y_3 = \sin(2\pi \sqrt[3]{x} + 1)$ $10 < x \leq 20$
27	$y_1 = \operatorname{tg}(\pi x) - \exp x$ $-\pi < x \leq 0$	$y_2 = \lg^2(x^2 + 2)$ $0 < x \leq \pi$	$y_3 = 1 - 3 \lg x$ $x > \pi$
28	$y_1 = \sqrt[3]{\operatorname{tg}^2 x}$ $-\pi/2 < x \leq 0$	$y_2 = x / \lg(x + 1)$ $0 < x \leq 10$	$y_3 = \exp(-\sqrt{x+1})$ $x > 10$
29	$y_1 = x^2 - 1 $ $-100 < x \leq 0$	$y_2 = e^{-x^2/2}$ $0 < x \leq 3$	$y_3 = 1 - \exp(-x)$ $3 < x < 7$
30	$y_1 = \sqrt[3]{x^2 + 1}$ $x \leq 0$	$y_2 = 2 / \lg(x^2 + 4)$ $0 < x \leq 8$	$y_3 = 8 / \log_2(2x)$ $x > 8$

ЗАВДАННЯ № 4. Рівень складності – складний.

Обчислити значення виразу відповідно до заданого варіанта табл. 15. Тут МІН, МАКС – знаходження програмним шляхом мінімального і максимального з виразів, перерахованих у дужках. Для перевірки обчислити заданий вираз із використанням вбудованих функцій у середовищі MathCad **min()** и **max()**.

Таблиця 15 – Варіанти завдання № 4

№ з/п	Вираз	№ з/п	Вираз
1	$A = \frac{\text{МІН}(c \cdot f, d) + 5}{\text{МАКС}(c, d \cdot f / 2)}$	16	$Z = \frac{\text{МАКС}(3a, x) - \text{МІН}(a - x, y)}{x + y}$
2	$B = \frac{\text{МАКС}(x + y, y \cdot z)}{\text{МІН}(y + z, x)}$	17	$P = \frac{\text{МАКС}(x, y \cdot z)}{x \cdot y \cdot z} + \text{МІН}(x - y, z)$
3	$H = \frac{\text{МІН}(x - z, y)}{\text{МАКС}(x, z) + z}$	18	$Q = \frac{d - \text{МІН}(d, a)}{\text{МАКС}(c \cdot d, a)}$
4	$V = \frac{\text{МАКС}(x - a, b) + \text{МІН}(a, b + x)}{2a}$	19	$U = \text{МАКС}(a, b) + \frac{\text{МІН}(a, b \cdot c)}{2}$
5	$F = \frac{\text{МІН}(x + y, y + z)}{\text{МАКС}(x, y - z)} + x \cdot y$	20	$T = \frac{\text{МАКС}(x^3 - y, z)}{\text{МІН}(x + y + z, \frac{x \cdot y \cdot z}{3})}$
6	$W = \frac{\text{МІН}(x, a \cdot b)}{\text{МАКС}(a + b, x)}$	21	$S = \frac{\text{МАКС}(x - y, y) - \text{МІН}(x + y, z)}{10 - y}$
7	$P = \frac{\text{МІН}(x - y, y - z) \cdot \text{МАКС}(x + y, z)}{3}$	22	$L = \frac{\text{МІН}(z, y + 2)}{\text{МАКС}(x \cdot y, z) - y}$
8	$C = \text{МІН}(x, b \cdot x) + 2 \cdot \text{МАКС}(a - x, b)$	23	$J = \text{МІН}(a^2 \cdot b, x^3) - \text{МАКС}(a \cdot x, b + x)$
9	$Q = \frac{ \text{МАКС}(x - y, z) - \text{МІН}(3y, x) }{4z + x}$	24	$D = \frac{\text{МІН}(x - a, a - b)}{2 \text{МАКС}(x, a + b)}$
10	$F = \frac{\text{МІН}(5x, y + \frac{z}{5})}{\text{МАКС}(x, y - 3)} + x^3$	25	$I = \frac{\text{МАКС}(x, z) - \text{МІН}(y, x - 2)}{x + y^4}$
11	$Z = \frac{\text{МІН}(x + b, y) - x}{\text{МАКС}(x^2, y \cdot b)}$	26	$T = \frac{\text{МІН}(x + y, z)}{\text{МАКС}(x^3 + z^2) + 5}$
12	$N = \frac{\text{МАКС}(x \cdot z, y)}{\text{МІН}(x + y + z, x \cdot y \cdot z)}$	27	$I = 10 - \frac{\text{МАКС}(x \cdot z, y \cdot z - 8)}{\text{МІН}(x + \frac{y}{2}, z)}$
13	$A = \frac{\text{МАКС}(c^3, d) + 7}{\text{МІН}(d + c, a^2)}$	28	$P = \text{МАКС}(x \cdot y , z) + 3 \cdot \text{МІН}(z, \frac{x + y}{2})$
14	$B = 5 \cdot \text{МІН}(a, b \cdot c) - \text{МАКС}(a - c, b)$	29	$J = \frac{\text{МІН}(b \cdot x + 2, c) + \text{МАКС}(c - b, x)}{5}$
15	$R = \text{МІН}(c \cdot d, n) + \text{МАКС}(c, n \cdot d)$	30	$C = \text{МАКС}(a + n, m) - 3 \text{МІН}(m - n, a)$

Самостійна робота № 3

ПРОГРАМУВАННЯ ЗАДАЧ ЦИКЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ

Мета роботи:

1. Навчитися розробляти математичну постановку задачі, схему алгоритму та програму циклічного обчислювального процесу.
2. Вивчити оператор циклу **for**.
3. Освоїти прийоми переходу від схеми алгоритму до програми.

1 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з короткими теоретичними відомостями.
2. У зошиті підготувати задачу для розв'язання на комп'ютері (математична постановка, схема алгоритму та її опис, текст програми, контрольні приклади виконання програми).
3. Завантажити MathCad, набрати текст програми та налагодити її, отримати результати виконання програми.
4. Проаналізувати результати.

2 Короткі теоретичні відомості

2.1 Алгоритм циклічної структури

Алгоритм, в якому передбачено неодноразове виконання однієї і тієї ж послідовності дій при різних значеннях деяких змінних, називається циклом.

Змінна, що програмно змінюється при кожному новому повторенні обчислень, називається змінною циклу.

Сукупність арифметичних і логічних дій, що виконується багато разів при різних значеннях змінної циклу називається тілом циклу.

У середовищі MathCad використовуються два види циклів:

- цикл «з параметром»;
- цикл «з передумовою»;

Циклічні базові структури приведені на рисунку 8.

У даній лабораторній роботі розглядається тільки цикл «з параметром», в якому для змінної циклу заздалегідь відомі межі її змінення та крок.

Позначимо: x – змінна циклу, $x_{\text{п}}$ – початкове значення, $x_{\text{к}}$ – кінцеве значення, Δx – крок її змінення. При цьому будемо вважати наступне: $x_{\text{п}} < x_{\text{к}}$, а $\Delta x > 0$. Кількість повторень циклу «з параметром», обчислюється за формулою

$$N = \left\lceil \frac{x_{\text{к}} - x_{\text{п}}}{\Delta x} \right\rceil_{\text{ц.ч}} + 1, \text{ де ц.ч} - \text{ціла частина.}$$

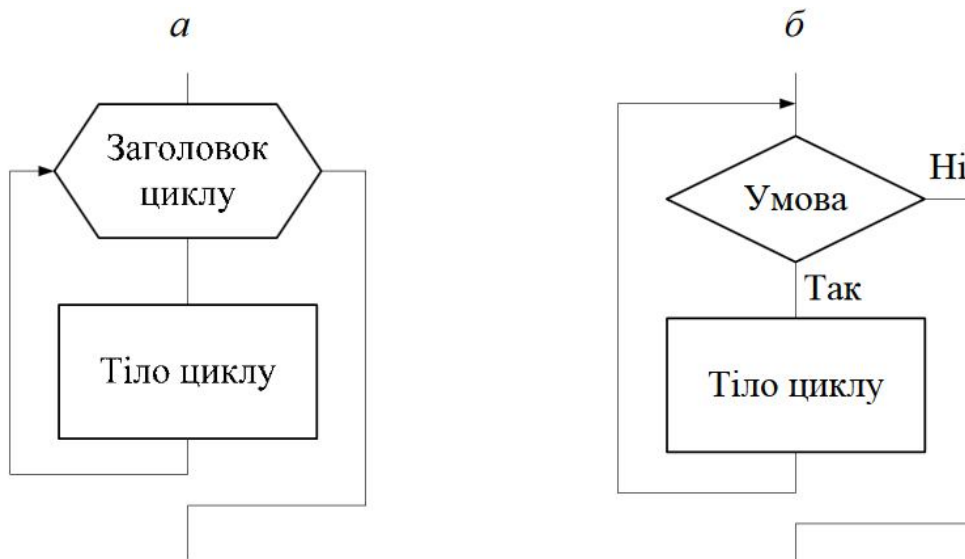


Рисунок 8 – Циклічні базові структури: *а* – цикл «з параметром»; *б* – цикл «з передумовою»

Цикл «з параметром» складається зазвичай з одних і тих самих кроків, які розташовані в певному порядку. Розгорнута схема алгоритму такого циклу із змінною x в загальному вигляді наведена на рис. 9. Тут перевірка умови здійснюється до виконання тіла циклу. Якщо при першій же перевірці умова виявиться хибною, то тіло циклу жодного разу не буде виконуватися.

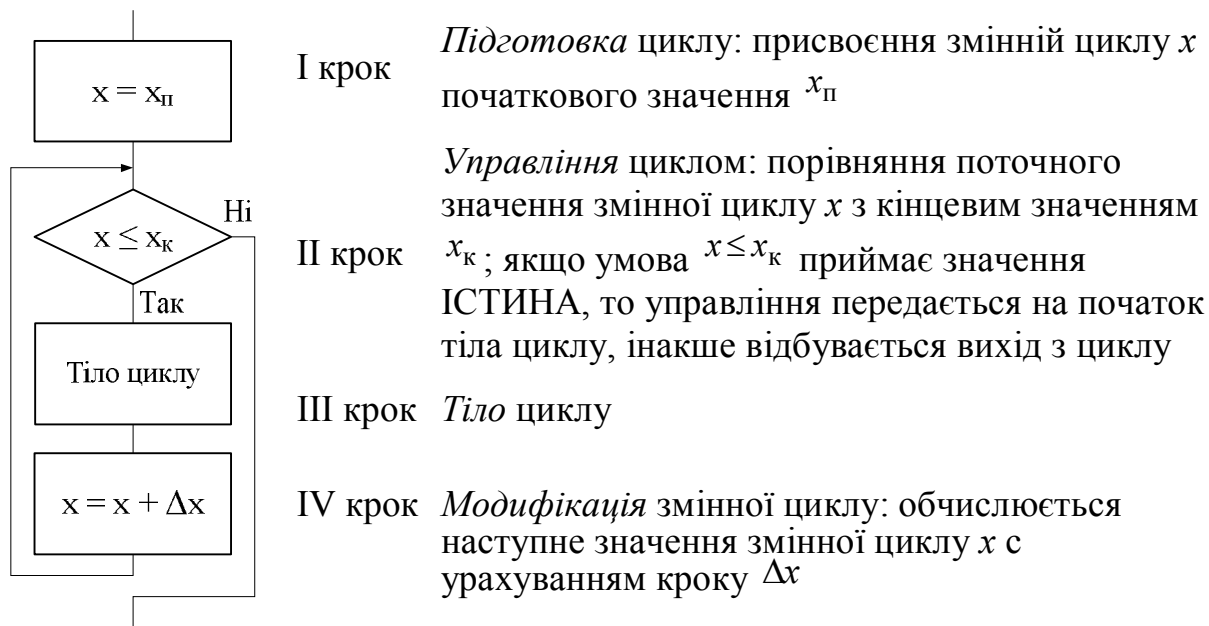


Рисунок 9 – Розгорнута схема алгоритму циклу «з параметром»

На рисунку 10 в загальному вигляді поданий скорочений варіант схеми алгоритму циклу «з параметром», у якому в блоці «модифікація» для змінної циклу x задаються її параметри, тобто x_p , x_k , Δx . У цьому блоці передбачається виконання I, II і IV кроків циклу (див. рис. 9) для змінної x із заданими параметрами.

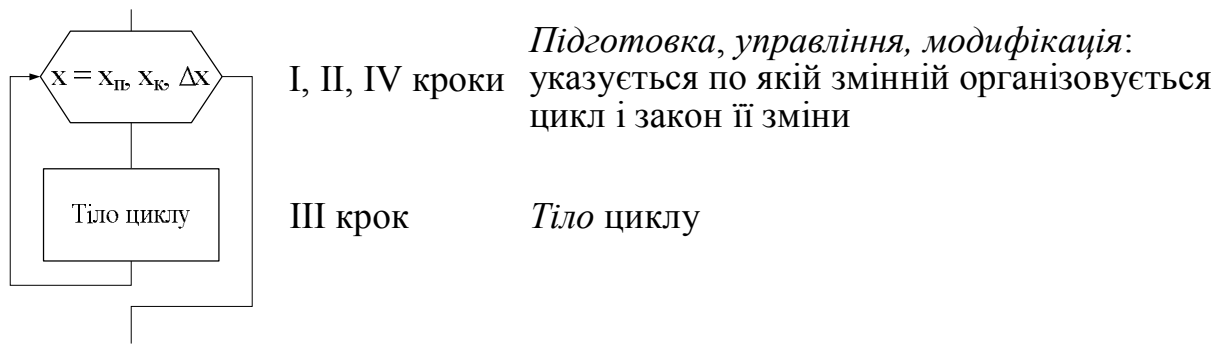




Рисунок 10 – Скорочена схема циклу «з параметром»

2.2 Оператор циклу for

У кожній мові програмування міститься ряд операторів, призначених для опису циклічних обчислювальних процесів. У середовищі MathCad використовується два оператори циклу: **for** і **while**. У даній роботі розглядається тільки оператор циклу **for**.

Оператор **for** використовується для реалізації циклу «з параметром». Шаблон для запису оператора **for** створюється за допомогою кнопки  на панелі програмування і містить три маркери введення (рис. 11, а, б).

Правило заповнення шаблону:

- праворуч від ключового слова **for** записується *ім'я змінної* циклу, а після символу приналежності (\in) – *її значення*.
- нижній маркер призначений для запису *тіла циклу*. Якщо тіло циклу містить декілька дій, то для їх введення створюється вкладений блок за допомогою кнопки  (рис. 11, б).

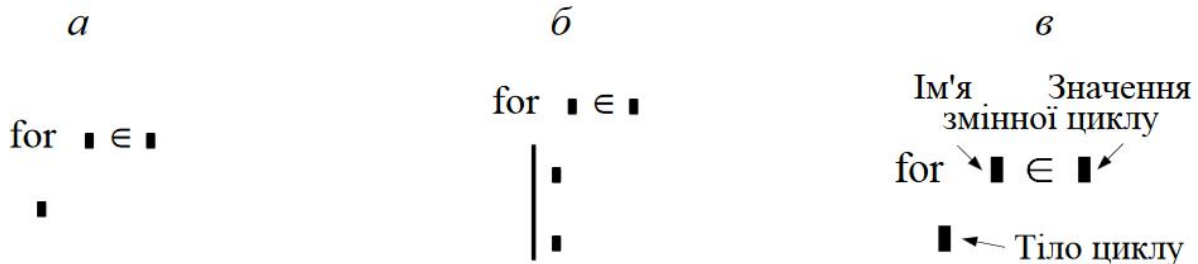


Рисунок 11 – Загальний вигляд оператора **for**

У даній роботі змінна циклу задається у вигляді ранжируваної змінної. Приклад заповнення оператора **for** з ранжируваною змінною циклу x наведений на рисунку 12.

for $x \in x_n, x_n + \Delta x \dots x_k$

■ ← Тіло циклу

Рисунок 12 – Приклад заповнення оператора **for**

Правило виконання оператора for:

1. Змінній циклу присвоюється початкове значення.
2. Поточне значення змінної циклу порівнюється з кінцевим значенням.

Якщо воно не перевищує кінцевого значення, то перехід до п. 3, інакше цикл завершується і виконання програми переходить до оператора, розташованого в такому рядку після оператора **for**.

3. Виконується тіло циклу.
4. Поточне значення змінної циклу змінюється на крок і перехід до п. 2.

3 Приклади розв'язання задач

Приклад № 1

Умова задачі. Обчислити довжину кола і площу круга при значеннях радіуса R , який змінюється від $R_{\text{поч}}$ до $R_{\text{кін}}$ з кроком ΔR . Результати сформувати у вигляді матриці з трьома стовпцями. У перший стовпець вивести значення радіуса. У другий і третій стовпці вивести значення довжини кола і площі круга, відповідні радіусу.

Підготовка задачі

I Математична постановка завдання

1 Прийняті позначення:

R – радіус круга (змінна циклу), R_n – початкове значення, R_k – кінцеве значення, ΔR – крок зміни радіуса, L – довжина кола, S – площа круга, mR – матриця результатів, i – номер рядка матриці mR для формування результатів. Початкове значення i залежить від значення системної змінної ORIGIN. Якщо ORIGIN дорівнює нулю, тоді нумерація рядків і стовпчиків починається з нуля.

2 Дано: $R_n, R_k, \Delta R$.

а. Основні залежності:

$$L = 2\pi R; \quad (1) \quad mR_{i,0} = \text{"Радіус"}; \quad (4) \quad mR_{i,0} = R; \quad (7)$$

$$S = \pi R^2; \quad (2) \quad mR_{i,1} = \text{"Довжина"}; \quad (5) \quad mR_{i,1} = L; \quad (8)$$

$$i = i + 1; \quad (3) \quad mR_{i,2} = \text{"Площа"}; \quad (6) \quad mR_{i,2} = S; \quad (9)$$

б. Обмеження:

Залежності (1)–(3), (7)–(9) виконуються для значень $R \in [R_n, R_k]$ з кроком ΔR .

Залежності (4)–(6) виконуються для значення $i=0$.

с. Знайти: L і S .

II Схема алгоритму

У цьому прикладі розглянуто спосіб формування матриці результатів за допомогою поступового заповнення її рядків. Для позначення номера (індекса) рядка матриці використовується змінна i . Перед заголовком циклу цій змінній присвоюється початкове значення (залежно від значення системної змінної ORIGIN). У тілі циклу перед черговим заповненням рядка матриці її значення збільшується на одиницю.

Схема алгоритму і її опис наведені в таблиці 16.

Таблиця 16 – Схема алгоритму і її опис

Схема алгоритму	Опис схеми алгоритму
	<p>Блок 1. Вхід в програму-функцію з трьома формальними параметрами $R_{\text{поч}}$, $R_{\text{кін}}$, ΔR</p>
	<p>Блок 2. Присвоєння змінній i початкового значення нуль</p>
	<p>Блок 3. У першому рядку матриці mR з індексом $i = 0$ формуються заголовки стовпців</p>
	<p>Блок 4. Заголовок циклу for. Змінна циклу – R (ранжирувана). Якщо умова $R \leq R_k$ набуває значення ІСТИНА, то перехід до блоку 5, інакше ($R > R_k$) перехід до блоку 8</p>
	<p>Блок 5. Тіло циклу. Обчислення L і S</p>
	<p>Блок 6. Збільшення індексу рядка матриці на одиницю</p>
	<p>Блок 7. Заповнення матриці результатів mR і перехід до блоку 4</p>
	<p>Блок 8. Вихід. Завершення роботи програми-функції. Повернення масиву даних mR</p>

III Текст програми

ORIGIN := 0

```
F(Rn,Rk,ΔR) := | i ← 0
                  | mRi,0 ← "Радіус"
                  | mRi,1 ← "Довжина"
                  | mRi,2 ← "Площа"
                  | for R ∈ Rn,Rn + ΔR.. Rk
                  |   | L ← 2 · π · R
                  |   | S ← πR2
                  |   | i ← i + 1
                  |   | mRi,0 ← R
                  |   | mRi,1 ← L
                  |   | mRi,2 ← S
                  | mR
```

IV Виконання програми

Контрольні приклади виконання програми:

$$1. F(3,12,2) = \begin{pmatrix} \text{"Радіус"} & \text{"Довжина"} & \text{"Площа"} \\ 3 & ? & ? \\ 5 & ? & ? \\ 7 & ? & ? \\ 9 & ? & ? \\ 11 & ? & ? \end{pmatrix}$$

$$2. F(3,12,20) = \begin{pmatrix} \text{"Радіус"} & \text{"Довжина"} & \text{"Площа"} \\ 3 & ? & ? \end{pmatrix}$$

$$3. F(30,12,2) = (\text{"Радіус"} \text{ "Довжина"} \text{ "Площа"})$$

Виконання програми на ЕОМ. Лістинг з текстом програми і результатами виконання

ORIGIN := 0

```

F(Rn,Rk,ΔR) := | i ← 0
                  mRi,0 ← "Радіус"
                  mRi,1 ← "Довжина"
                  mRi,2 ← "Площа"
                  for R ∈ Rn,Rn + ΔR.. Rk
                    | L ← 2 · π · R
                    | S ← πR2
                    | i ← i + 1
                    | mRi,0 ← R
                    | mRi,1 ← L
                    | mRi,2 ← S
                  mR

```

+

F(3,12,2) =

	0	1	2
0	"Радіус"	"Довжина"	"Площа"
1	3	18.85	28.274
2	5	31.416	78.54
3	7	43.982	153.938
4	9	56.549	254.469
5	11	69.115	380.133

Приклад № 2

Обчислити перші n значень членів ряду по формулі $y = \frac{\sin(2i-1) \cdot x}{2i-1}$, де $i=1,2,\dots,n$.

I Математична постановка завдання

1 Прийняті позначення:

x – вихідна змінна; i – змінна циклу (номер рядка); n – кількість членів ряду;

y – змінна, що обчислюється; M – масив даних, який містить значення y та i .

2 Дано: x , n .

$$y = \frac{\sin(2i-1) \cdot x}{2i-1}.$$

а. Основні залежності:

б. Обмеження:

Залежність виконується для значень $i \in [1, n]$ з кроком 1.

с. Знайти: n значень y .

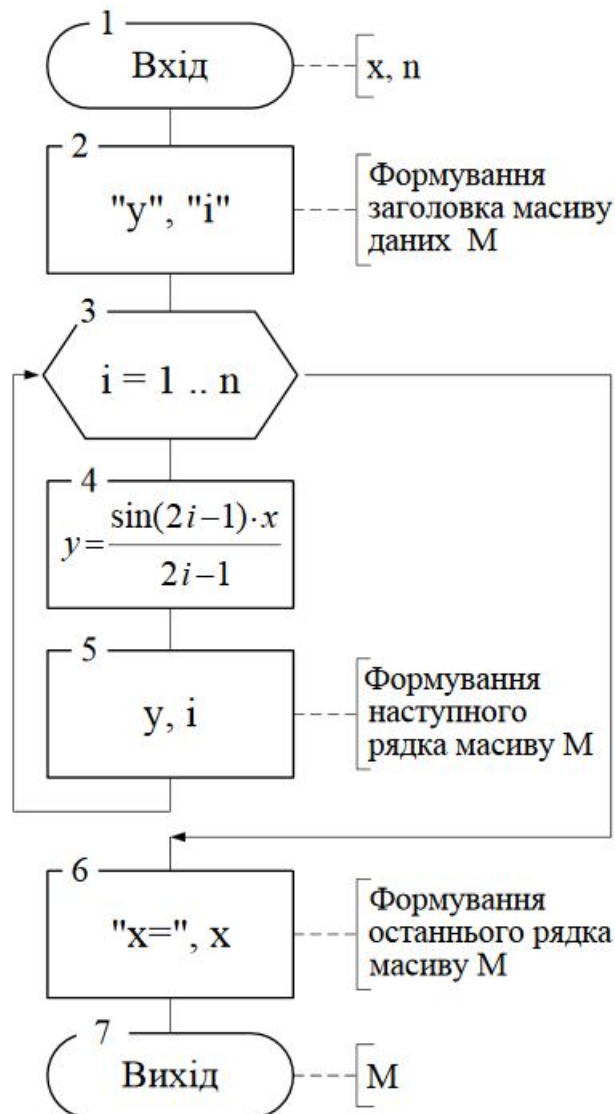
II Схема алгоритму

У цьому прикладі розглянемо другий спосіб заповнення матриці результатів використанням вбудованих функцій середовища MathCad **augment()** та **stack()**.

Функція **augment(X,Y,Z,...)** повертає масив, створений розміщенням X , Y ,

Z, \dots зліва направо. Як X, Y, Z, \dots можна використовувати скаляри, вектори або масиви з однаковою кількістю рядків.

Функція **stack**(X, Y, Z, \dots) повертає масив, створений розміщенням X, Y, Z, \dots зверху униз. Як X, Y, Z, \dots можна використовувати скаляри, вектори або масиви з однаковою кількістю стовпчиків.



III Текст програми

```

P3(x,n) :=
  M ← augment("y" , "i")
  for i ∈ 1 .. n
    y ← (sin(2 · i - 1) · x) / (2 · i - 1)
    M ← stack(M , augment(y , i))
  M ← stack(M , augment("x=" , x))
  
```

Виконання програми на ЕОМ

$$P3(x,n) := \left| \begin{array}{l} M \leftarrow \text{augment}("y", "i") \\ \text{for } i \in 1..n \\ \quad \left| \begin{array}{l} y \leftarrow \frac{\sin(2 \cdot i - 1) \cdot x}{2 \cdot i - 1} \\ M \leftarrow \text{stack}(M, \text{augment}(y, i)) \end{array} \right. \\ M \leftarrow \text{stack}(M, \text{augment}("x=", x)) \end{array} \right. \quad P3(67,5) = \left(\begin{array}{cc} "y" & "i" \\ 56.379 & 1 \\ 3.152 & 2 \\ -12.85 & 3 \\ 6.288 & 4 \\ 3.068 & 5 \\ "x=" & 67 \end{array} \right)$$

4 Зміст звіту

1. Тема і мета роботи.
2. Для заданого варіанту кожної задачі:
 - 2.1. Умова задачі.
 - 2.2. Математична постановка.
 - 2.3. Схема алгоритму.
 - 2.4. Текст програми.
 - 2.5. Контрольні приклади виконання програми.
3. Лістинг всіх програм і результатів їх виконання.

5 Контрольні завдання та запитання

1. Призначення циклічного обчислювального процесу.
2. Яка змінна називається змінною циклу?
3. Що таке тіло циклу?
4. Які існують типи циклів?
5. Базові циклічні структури.
6. Назвіть чотири кроки циклічного обчислювального процесу.
7. Як порахувати кількість виконань арифметичного циклу?
8. Який вигляд має шаблон ператора for?
9. Призначення і виконання оператора for.
10. Поясніть дії для формування матриці результатів.
11. Призначення вбудованих функцій stack() і augment() для формування матриці результатів.

6 Варіанти завдань

ЗАВДАННЯ № 1. Рівень складності – простий.

Таблиця 17 – Варіанти завдання № 1

№ з/п	Умова завдання
1	Обчислити $Z = \frac{\cos(n \cdot x)}{n}$ ($n=1,2,\dots,11$) для довільного значення x .
2	Обчислити $y = \frac{\sin x^k}{k}$ ($k=1,2,\dots,10$) для довільного значення x .
3	Обчислити $U = \frac{0,21 \cos^2(j \cdot t)}{j+1,5t}$ ($j=1,2,\dots,12$) для довільного значення t .
4	Обчислити $y = \frac{0,3x}{5k+3}$ ($k=0,1,2,\dots,9$) для довільного значення x .
5	Обчислити $z = \frac{\sqrt{0,25x}}{7i+1}$ для довільного значення x та $i=1,2,\dots,8$.
6	Обчислити $Z = \frac{\sin(k \cdot x^2)}{\sqrt{5k+2}}$ для довільного значення x та $k=1,2,\dots,10$.
7	Обчислити $m = \frac{-0,25 \sin(k \cdot x)}{\sqrt{k^2+4}}$ для довільного значення x та $k=1,2,\dots,12$.
8	Обчислити $f = \frac{x^2-3x+a}{\sqrt{2x^2+1}}$ для довільного значення a та $x=1,2,\dots,10$.
9	Обчислити $v = \frac{\cos(i \cdot x)}{\sqrt{5i+1}}$ для довільного значення x та $i=1,2,\dots,10$.
10	Обчислити $z = \frac{\sqrt{0,25x}}{7i+1}$ для довільного значення x та $i=1,2,\dots,8$.
11	Обчислити $w = \frac{-0,25 \cos(5 \cdot x)}{\sqrt{k^2+4}}$ для довільного значення x та $k=1,2,\dots,11$.
12	Обчислити $M = \frac{0,21 \cos(j \cdot a)}{3j+1,5}$ ($j=1,2,\dots,9$) для довільного значення a .
13	Обчислити $R = \frac{\cos(x)+n \cdot h}{(n+1) \cdot h}$ ($n=1,2,\dots,15$) для довільних значень x та h .
14	Обчислити $Y = \frac{x+n \cdot h}{2 \cdot n+1}$ ($n=1,2,\dots,14$) для довільного значення h .
15	Обчислити $z = \frac{\cos(i \cdot x) + \sin(i \cdot x)}{2}$ для довільного значення x та $i=1,2,\dots,10$.

Продовження таблиці 17

№ з/П	Умова завдання
16	Обчислити $T = \frac{0,25 \sin(2 \cdot x)}{\sqrt{k^2 + 2}}$ для довільного значення x та $k=1,2,\dots,12$.
17	Обчислити $y = \frac{\sin x^k}{k}$ ($k=1,2,\dots,11$) для довільного значення x .
18	Обчислити $D = \frac{0,3x}{5k+3}$ ($k=0,1,2,\dots,9$) для довільного значення x .
19	Обчислити $H = \frac{\cos x^{k+1}}{k+1}$ ($k=1,2,\dots,10$) для довільного значення x .
20	Обчислити $G = \frac{\cos 2nx}{4n^2 + 1}$ ($n=1,2,\dots,12$) для довільного значення x .
21	Обчислити $w = \frac{\sin(k^2 \cdot x)}{\sqrt{k^2 + 2}}$ для довільного значення x та $k=1,2,\dots,10$.
22	Обчислити $t = \frac{\cos 3x}{2\pi}$ при значеннях $x=-6, -5, \dots, 6$.
23	Обчислити $b = \frac{0,21 \cos(j \cdot a)}{j}$ ($j=1,2,\dots,9$) для довільного значення a .
24	Обчислити об'єми куль за формулою $V = \frac{4}{3} \pi (R+a)^3$ для довільного значення R та $a=0,1 \dots 12$.
25	Обчислити $s = \frac{\cos x^3}{k}$ ($k=1,2,\dots,10$) для довільного значення x .
26	Обчислити $z = \frac{3 \sin \sqrt{2x^2 + \pi}}{N}$ ($N=1,2,\dots,10$) для довільного значення x .
27	Обчислити $F = \frac{k \cdot x + 3 \cos(x)}{\sin(x) + k}$ для довільного значення x и $k=1,2,\dots,12$.
28	Обчислити $q = \frac{\sin x^k}{k}$ ($k=1,2,\dots,7$) для довільного значення x .
29	Обчислити $y = \frac{\sin 3x}{\pi + x}$ при значеннях $x=-3, -2, \dots, 5$.
30	Обчислити $V = \frac{\text{tg}(2 \cdot n \cdot x)}{4n^2 + 1}$ ($n=1,2,\dots,10$) для довільного значення x .

ЗАВДАННЯ № 2. Рівень складності – середній. Обчислити значення виразів, наведених у таблиці 18.

Таблиця 18 – Варіанти завдання № 2

№ з/п	Вирази			Вихідні дані				
				Змінні	Змінна циклу	Початкове значення	Кінцеве значення	Крок
1	$Y=5 \cdot c - K$,	де	$K=b/(c+1)$	c	b	$b_{\text{поч}}$	$b_{\text{кін}}$	Δb
2	$Y=7 \cdot z - k \cdot X$,	де	$X=\sqrt{z}+5 \cdot k$	k	z	$z_{\text{поч}}$	$z_{\text{кін}}$	Δz
3	$Y=\alpha+\alpha \cdot P/\beta$,	де	$P=3 \cdot \beta+\lambda$	λ	β	$\beta_{\text{поч}}$	$\beta_{\text{кін}}$	$\Delta \beta$
4	$Y=f+2 \cdot B$,	де	$B=3 \cdot f/(d+8)$	f	d	$d_{\text{поч}}$	$d_{\text{кін}}$	Δd
5	$Y=a+h/(t-3)$,	де	$a=5 \cdot h-1$	t	h	$h_{\text{поч}}$	$h_{\text{кін}}$	Δh
6	$Y=V/a-2 \cdot c$,	де	$V=4 \cdot c+m$	a, c	m	$m_{\text{поч}}$	$m_{\text{кін}}$	Δm
7	$Y=4 \cdot \lambda+T$,	де	$T=\lambda/(\varphi+5)$	φ	λ	$\lambda_{\text{поч}}$	$\lambda_{\text{кін}}$	$\Delta \lambda$
8	$Y=\sqrt{c}+5 \cdot N$,	де	$N=2 \cdot x+8 \cdot c$	x	c	$c_{\text{поч}}$	$c_{\text{кін}}$	Δc
9	$Y=C-g/(h+9)$,	де	$g=C+2 \cdot h+\pi$	h	C	$C_{\text{поч}}$	$C_{\text{кін}}$	ΔC
10	$Y=S+\sqrt{f} \cdot N$,	де	$N=S \cdot d-2$	d, f	S	$S_{\text{поч}}$	$S_{\text{кін}}$	ΔS
11	$Y=5 \cdot U/(b+2)$,	де	$U=3 \cdot x+7 \cdot b$	b	x	$x_{\text{поч}}$	$x_{\text{кін}}$	Δx
12	$Y=c \cdot \sqrt{b}+a$,	де	$c=b^2-a \cdot d$	b, d	a	$a_{\text{поч}}$	$a_{\text{кін}}$	Δa
13	$Y=S/(h+r)+R$,	де	$S=r+4 \cdot h$	r, h	R	$R_{\text{поч}}$	$R_{\text{кін}}$	ΔR
14	$Y=\lambda \cdot \beta+5 \cdot x/c$,	де	$x=\beta-\lambda^2$	c, β	λ	$\lambda_{\text{поч}}$	$\lambda_{\text{кін}}$	$\Delta \lambda$

Продовження таблиці 18

№ з/п	Вирази			Вихідні дані				
				Змінні	Змінна циклу	Початкове значення	Кінцеве значення	Крок
15	$Y=b \cdot c-d / 2$,	де	$d=b / c+a$	b, a	c	$c_{\text{поч}}$	$c_{\text{кін}}$	Δc
16	$Y=s-2 \cdot h^3$,	де	$s=a+b /(a-h)$	h, a	b	$b_{\text{поч}}$	$b_{\text{кін}}$	Δb
17	$Y=L /(\delta+\beta)+3$,	де	$L=\gamma+4 \cdot \beta$	δ, β	γ	$\gamma_{\text{поч}}$	$\gamma_{\text{кін}}$	$\Delta \gamma$
18	$Y=4 \cdot t+n \cdot x$,	де	$t=\sqrt{x-2}+5 \cdot z$	z, x	n	$n_{\text{поч}}$	$n_{\text{кін}}$	Δn
19	$Y=v+b /(2+c)$,	де	$b=v^2-c^2$	c	v	$v_{\text{поч}}$	$v_{\text{кін}}$	Δv
20	$Y=(g+4) / 2+m$,	де	$m=3 \cdot \sqrt{a+4}-g$	a	g	$g_{\text{поч}}$	$g_{\text{кін}}$	Δg
21	$Y=c \cdot \sqrt[3]{4 \cdot a}+d$,	де	$d=a^2-c$	a	c	$c_{\text{поч}}$	$c_{\text{кін}}$	Δc
22	$Y=\lambda+\beta-\alpha$,	де	$\beta=\alpha^3-7 / \lambda^2$	λ	α	$\alpha_{\text{поч}}$	$\alpha_{\text{кін}}$	$\Delta \alpha$
23	$Y=R-3 \cdot r+5$,	де	$R=s+k / 2 \cdot s$	r, k	s	$s_{\text{поч}}$	$s_{\text{кін}}$	Δs
24	$Y=A-B /(2+C)$,	де	$B=C-2 \cdot D$	C, A	D	$D_{\text{поч}}$	$D_{\text{кін}}$	ΔD
25	$Y=v \cdot x+c \cdot b$,	де	$v=c^2+x /(8-b)$	b, c	x	$x_{\text{поч}}$	$x_{\text{кін}}$	Δx
26	$Y=c+4 \cdot s /(5-d)$,	де	$c=d \cdot(s-2)+t$	t, d	s	$s_{\text{поч}}$	$s_{\text{кін}}$	Δs
27	$Y=n \cdot(m / k+3)$,	де	$m=k+n \cdot h$	k, n	h	$h_{\text{поч}}$	$h_{\text{кін}}$	Δh
28	$Y=a+d / c+3$,	де	$d=a+4 \cdot c^5$	c	a	$a_{\text{поч}}$	$a_{\text{кін}}$	Δa
29	$Y=\alpha \cdot \beta \cdot \gamma-4$,	де	$\beta=\alpha /(2 \cdot \gamma)+z$	α, γ	z	$z_{\text{поч}}$	$z_{\text{кін}}$	Δz
30	$Y=m \cdot z \cdot t /(9-f)$,	де	$t=3 \cdot m+2 \cdot z$	z, m	f	$f_{\text{поч}}$	$f_{\text{кін}}$	Δf

ЗАВДАННЯ № 3. Рівень складності – складний. Вихідні дані задати самостійно.

Таблиця 19 – Варіанти завдання № 3

№ з/п	Умова завдання
1	<p>Поїзд масою m, що рухається із швидкістю V_1, збільшив свою швидкість до V_2 на ділянці шляху S. Яка сила повинна бути прикладена до поїзда, якщо рух вважати рівноприскореним? Розрахунки провести для значення m, що змінюється від $m_{\text{поч}}$ до $m_{\text{кін}}$ з кроком Δm. Для обчислень використовувати залежності: $F = A/S$, $A = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$.</p>
2	<p>Два поїзди йдуть назустріч один одному з швидкостями V_1 і V_2 (км/год). Пасажир, що знаходиться в першому поїзді, помічає, що другий поїзд проходить мимо нього протягом t секунд. Визначити довжину другого поїзда $S = (V_1 + V_2)t$. Розрахунки провести для значення t, що змінюється від $t_{\text{поч}}$ до $t_{\text{кін}}$ з кроком Δt.</p>
3	<p>Обчислити основний питомий опір руху кривій для рухомого складу при довжині поїзда більш за довжину кривої $W_r = \frac{700}{R} - \frac{S_{\text{кр}}}{\ell_{\text{п}}}$. Розрахунки провести для значень довжини поїзда $\ell_{\text{п}}$, що змінюється від $\ell_{\text{поч}}$ (1700 м) до $\ell_{\text{кін}}$ (1800 м) з кроком $\Delta \ell$ (20 м), радіус кривої $R = 1000$ м, довжина кривої ділянки шляху $S_{\text{кр}} = 1500$ м.</p>
4	<p>Обчислити основний питомий опір руху порожніх вантажних вагонів колії 1067 мм $w_0' = 1,35 + 0,07V + 0,00045V^2$ при заданій швидкості V. Розрахунки провести для значення V, що змінюється від $V_{\text{поч}}$ до $V_{\text{кін}}$ з кроком ΔV.</p>
5	<p>Обчислити основний питомий опір руху локомотивів на безстиківому шляху залежно від швидкості V за формулами: для електровозів – $w_0' = 1,9 + 0,008V + 0,0025V^2$; для тепловозів – $w_x = 2,4 + 0,009V + 0,00035V^2$. Розрахунки провести для значення V, що змінюється від $V_{\text{поч}}$ до $V_{\text{кін}}$ з кроком ΔV.</p>
6	<p>Обчислити квадрат і куб дійсних чисел x, що змінюється від $x_{\text{поч}}$ до $x_{\text{кін}}$ з кроком Δx.</p>
7	<p>Обчислити діагональ і площу квадрата із стороною a. Розрахунки провести для значення a, що змінюється від $a_{\text{поч}}$ до $a_{\text{кін}}$ з кроком Δa.</p>

Продовження таблиці 19

№ з/п	Умова завдання
8	Обчислити розрахунковий коефіцієнт зчеплення для тепловозів ТЕ10 $\Psi_k = 0,118 + \frac{4}{22 + V}$, де V – швидкість руху (км/год). Розрахунки провести для значення V , що змінюється від $V_{\text{поч}}$ до $V_{\text{кін}}$ з кроком ΔV .
9	Назустріч один одному рухаються два поїзди: один із швидкістю V_1 , інший із швидкістю V_2 . На станції поїзди зустрілися і після цього продовжували свій шлях без зупинки. Визначити положення кожного поїзда через t хвилин після зустрічі і відстань між ними у цей момент по формулах: $x_1 = x_{01} + V_1 t$; $x_2 = x_{02} + V_2 t$; $\ell = x_2 - x_1 $. Розрахунки провести для значення t , що змінюється від $t_{\text{поч}}$ до $t_{\text{кін}}$ з кроком Δt .
10	Пасажи́рський поїзд через час t_1 після початку руху набуває швидкості V_1 . Визначити через який час t_2 від початку руху швидкість поїзда стане рівною V_2 . Розрахунки провести для значення V_2 , що змінюється від $V_{\text{поч}}$ до $V_{\text{кін}}$ з кроком ΔV . Для обчислень використовувати залежності: $a = V_1 / t$, $t_2 = V_2 / a$.
11	Обчислити основний питомий опір руху навантажених вантажних вагонів $w_0 = 0,7 + \frac{7 + 0,3V + 0,0075V^2}{q_0}$ по заданим значенням колії 1067 мм ² швидкості V і q_0 ($q_0 > 6$ т). Розрахунки провести для значення V , що змінюється від $V_{\text{поч}}$ до $V_{\text{кін}}$ з кроком ΔV .
12	Обчислити загальну вагу складу поїзда, що складається з n порожніх і m навантажених вагонів. Маса порожнього вагону N т, маса вантажу одного вагону – M т. Розрахунки провести для значення m , що змінюється від $m_{\text{поч}}$ до $m_{\text{кін}}$ з кроком Δm .
13	Обчислити кількість годин, хвилин і секунд в заданій кількості діб S . Розрахунки провести для значення S , що змінюється від $S_{\text{поч}}$ до $S_{\text{кін}}$ з кроком ΔS .
14	Обчислити коефіцієнт тертя гальмівного черевика об рейку по формулах: $\varphi = 0,19 \cdot \frac{10,8 \cdot V + 100}{21,6 \cdot V + 100}$ - при сухих рейках; $\varphi = 0,19 \cdot \frac{7,2 \cdot V + 100}{18 \cdot V + 100}$ - при мокрих рейках. Розрахунки провести для значення швидкості V від $V_{\text{поч}}$ до $V_{\text{кін}}$ з кроком ΔV .

Продовження таблиці 19

№ з/п	Умова завдання
15	Залізничний вагон масою m_1 , рухомий на прямолінійній ділянці шляху з швидкістю V_1 , зчіплюється з нерухомим вагоном, маса якого m_2 . Визначити швидкість вагонів після зчеплення $V = \frac{m_1}{m_1 + m_2} V_1$. Розрахунки провести для значення m_1 , що змінюється від $m_{\text{поч}}$ до $m_{\text{кін}}$ з кроком Δm .
16	Обчислити коефіцієнт тертя гальмівних чавунних стандартних колодок об колесо залежно від швидкості V по формулі $\varphi = 0,27 \frac{V+100}{5V+100}$. Розрахунки провести для значень швидкості, що змінюється від $V_{\text{поч}}$ до $V_{\text{кін}}$ з кроком ΔV .
17	Обчислити роботу, яка повинна бути здійснена для зупинки поїзда ($V_2=0$) масою m , що рухається із швидкістю V_1 . Розрахунки провести для значення m , що змінюється від $m_{\text{поч}}$ до $m_{\text{кін}}$ з кроком Δm . Для обчислень використовувати залежність $A = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$.
18	Обчислити об'єми десяти куль за формулою $V = \frac{4}{3} \pi R^3$. При кожному наступному обчисленні R збільшується на величину ΔR . Вихідними даними є початкове значення R і ΔR .
19	Обчислити об'єм круглого прямого циліндра за формулою: $V = \pi R^2 H$. Розрахунки провести при постійному значенні висоти $H=60$ і значенням радіусу підстави R , що змінюється від $R_{\text{поч}}$ до $R_{\text{кін}}$ з кроком ΔR .
20	Обчислити температуру t_F° за шкалою Фаренгейта по відомому значенню температури t_C° за шкалою Цельсія: $t_F^\circ = \frac{9}{5} t_C^\circ + 32^\circ$. Розрахунки провести для значення t_C° , що змінюється від $t_{C\text{поч}}^\circ$ до $t_{C\text{кін}}^\circ$ з кроком Δt_C° .
21	Обчислити значення катетів a і b прямокутного трикутника, якщо відомі гіпотенуза – C і кут A проти сторони a . Розрахунки провести для значення кута A що змінюється від $A_{\text{поч}}$ до $A_{\text{кін}}$ з кроком ΔA і довільного значення гіпотенузи C .
22	Обчислити повну поверхню круглого прямого конуса за формулою: $S = \pi R(R+l)$, де $l = \sqrt{R^2 + H^2}$. Розрахунки провести для значення висоти H , що змінюється від $H_{\text{поч}}$ до $H_{\text{кін}}$ з кроком ΔH і постійному значенні радіусу підстави R .

Закінчення таблиці 19

№ з/п	Умова завдання
23	Обчислити радіус кулі R , якщо відоме значення її об'єму V . Розрахунки провести для значення V , що змінюється від $V_{\text{поч}}$ до $V_{\text{кін}}$ з кроком ΔV . (Об'єм кулі обчислюється за формулою $\frac{4}{3}\pi R^3$).
24	Обчислити об'єм циліндрової труби за формулою $V=\pi H(R_1^2-R_2^2)$, де R_1 і R_2 – зовнішній і внутрішній радіуси, а H – висота труби. Розрахунки провести для значення H , що змінюється від $H_{\text{поч}}$ до $H_{\text{кін}}$ з кроком ΔH . R_2 – довільне значення, а $R_1=1,5R_2$.
25	Обчислити об'єм піраміди V , якщо відомі її висота H і площа підстави S . Розрахунки провести для значення висоти H , що змінюється від $H_{\text{поч}}$ до $H_{\text{кін}}$ з кроком ΔH . (Об'єм піраміди обчислюється за формулою $\frac{1}{3}S \cdot H$).
26	Обчислити відстань від точки з координатами (x_1, y_1) до крапок з координатами (x_2+k, y_2) , де k змінюється від $k_{\text{поч}}$ до $k_{\text{кін}}$ з кроком Δk . Значення x_1, y_1, x_2, y_2 задаються довільно. Відстань між двома крапками з координатами (x_1, y_1) і (x_2, y_2) обчислюється за формулою: $d=\sqrt{(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2}$
27	Обчислити гіпотенузу C і катет b прямокутного трикутника, якщо відомі катет a і кут A проти сторони a . Розрахунки провести для значення кута $A=65^\circ$ і значень катета a , що змінюється від $a_{\text{поч}}$ до $a_{\text{кін}}$ з кроком Δa .
28	Обчислити радіус підстави циліндра R , якщо відоме значення висоти циліндра H і його об'єму V . Розрахунки провести для значення H , що змінюється від $H_{\text{поч}}$ до $H_{\text{кін}}$ з кроком ΔH .
29	Обчислити об'єм правильної усіченої піраміди за формулою $V=h(F+f+\sqrt{F \cdot f})/3$, де h – висота піраміди, F і f – площі підстав. Розрахунки провести для значення h , що змінюється від $h_{\text{поч}}$ до $h_{\text{кін}}$ з кроком Δh і постійних значень F і f .
30	Обчислити повну поверхню круглого прямого циліндра за формулою: $S=2\pi \cdot R \cdot (R+H)$. Розрахунки провести при постійному значенні висоти H і значення радіусу підстави R що змінюється від $R_{\text{поч}}$ до $R_{\text{кін}}$ з кроком ΔR .

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кирьянов Д. В. Самоучитель MathCad 11 / Д. В. Кирьянов. – СПб. : БХВ – Петербург, 2003. – 560 с.
2. Кудрявцев Е. М. MathCad 11. Полное руководство по русской версии / Е. М. Кудрявцев. – М. : ДМК Пресс, 2005. – 592 с.
3. Кучерик І. М. Загальний курс фізики у 3 т за ред. І. М. Кучерика : навч. посіб. для студентів вищ. техн. і пед. закл. освіти / І. М. Кучерик, І. Т. Горбачук, П. П. Луцик. – К. : Техніка, 2001. – Т. 2. Електрика і магнетизм. – 452 с.
4. Корниенко В. В. Электрификация железных дорог. Мировые тенденции и перспективы (Аналитический обзор) / В. В. Корниенко, А. В. Котельников, В. Т. Доманский. – Киев : Транспорт Украины, 2004. – 196 с.
5. Марквард К. Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог / К. Г. Марквард. – М. : Транспорт, 1982. – 528 с.
6. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях / под ред. В. А. Веникова. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 456 с.
7. Доманський І. В. Основи енергоефективності електричних систем з тяговими навантаженнями: монографія / І. В. Доманський / НТУ «ХПІ». – Харків : вид-во ТОВ «Центр інформації транспорту України», 2016. – 224 с.
8. Мельников Н. А. Матричный метод анализа электрических цепей / Н. А. Мельников. – М. : Энергия, 1966. – 216 с.
9. Фигурнов Е. П. Релейная защита : учебник для студентов электротехнических и электромеханических специальностей транспортных и других вузов / Е. П. Фигурнов. – Киев : Транспорт Украины, 2004. – 565 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«СИЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ»

*(для студентів 1-2 курсів усіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої
програми «Електромеханіка»)*

Укладачі: **ДОМАНСЬКИЙ** Ілля Валерійович
КОЗЛОВА Ольга Сергіївна

Відповідальний за випуск *І. В. Доманський*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *О. С. Козлова*

План 2019, поз. 148М

Підп. до друку 12.06.2019. Формат 60 × 84/16.
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,6.
Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.